OF 2000-12

Open File

New Nouveau
Brunswick

Natural Resources and Energy
Minerals and Energy

COASTAL PEATLANDS AND SALT MARSHES OF NEW BRUNSWICK, CANADA

Jacques J. Thibault, Lee A. Swanson
and Gail L. Chmura

ISSN 1205-7436
ISBN 1-55236-757-6

2000

Price: $2.95

Open File 2000-12

Coastal Peatlands and Salt Marshes of New Brunswick, Canada

Recommended citation:

THIBAULT, J.J., SWANSON, L.A. AND CHMURA, G.L. 2000. Coastal peatlands and salt marshes of New Brunswick, Canada. New Brunswick Department of Natural Resources and Energy, Minerals and Energy Division, Open File 2000-12, 38 p.

This report has been prepared by:

Minerals and Energy Division
Department of Natural Resources and Energy
New Brunswick

Hon. Jeannot Volpé
Minister of Natural Resources and Energy

November 2000

101-04865/

New Nouveau
Brunswick

Natural Resources and Energy
Minerals and Energy

Open File 2000-12

Coastal peatlands and salt marshes of New Brunswick, Canada

Jacques J. Thibault, Lee A. Swanson
and Gail L. Chmura

ISSN 1205-7436
ISBN 1-55236-757-6

2000

Coastal peatlands and salt marshes of New Brunswick, Canada

Jacques J. Thibault
Minerals and Energy Division, Department of Natural Resources and Energy
P.O. Box 50, Bathurst, New Brunswick, Canada E2A 3Z1

Lee Swanson
Fish and Wildlife Branch, Department of Natural Resources and Energy
P.O. Box 6000, Fredericton, New Brunswick, Canada E3B 5H1

Gail L. Chmura
Department of Geography, McGill University
805 Sherbrooke Street West, Montréal, Québec, Canada H3A 2K6

Québec 2000
Millenium Wetland Event
Scientific and Technical Field Trip
August 12 to 15, 2000

Contents

GENERAL FIELD EXCURSION INFORMATION	1
SAFETY	2
INTRODUCTION TO THE NATURAL HISTORY OF THE FIELD AREA	3
PHYSIOGRAPHY AND GEOLOGY	3
CLIMATE	3
VEGETATION	4
FRESHWATER WETLANDS	4
Peatlands	4
Mineral Wetlands	6
COASTAL MARSHES	6
COASTAL PEATLANDS OF NEW BRUNSWICK	8
STOPS – DAY 1	13
STOPS – DAY 2	15
STOPS – DAY 3	21
STOPS – DAY 4	26
ACKNOWLEDGEMENTS	35
REFERENCES	36

General field excursion information

This field guide comprises two parts. The first part consists of general background information on the natural environment of New Brunswick. The second part offers descriptions and discussions pertaining to each designated excursion stop. The amount of detail presented varies. Some stops illustrate a variety of themes while others concentrate on a single feature; some stops are sites that have been studied in detail, while others have only been examined cursorily in the course of reconnaissance studies.

The four-day field excursion will leave from, and return to Québec City. All stops, except the first one in Kamouraska, are in the Province of New Brunswick, Canada. Overnight stops will be made in Bathurst, Shippagan and Moncton (Fig. 1).

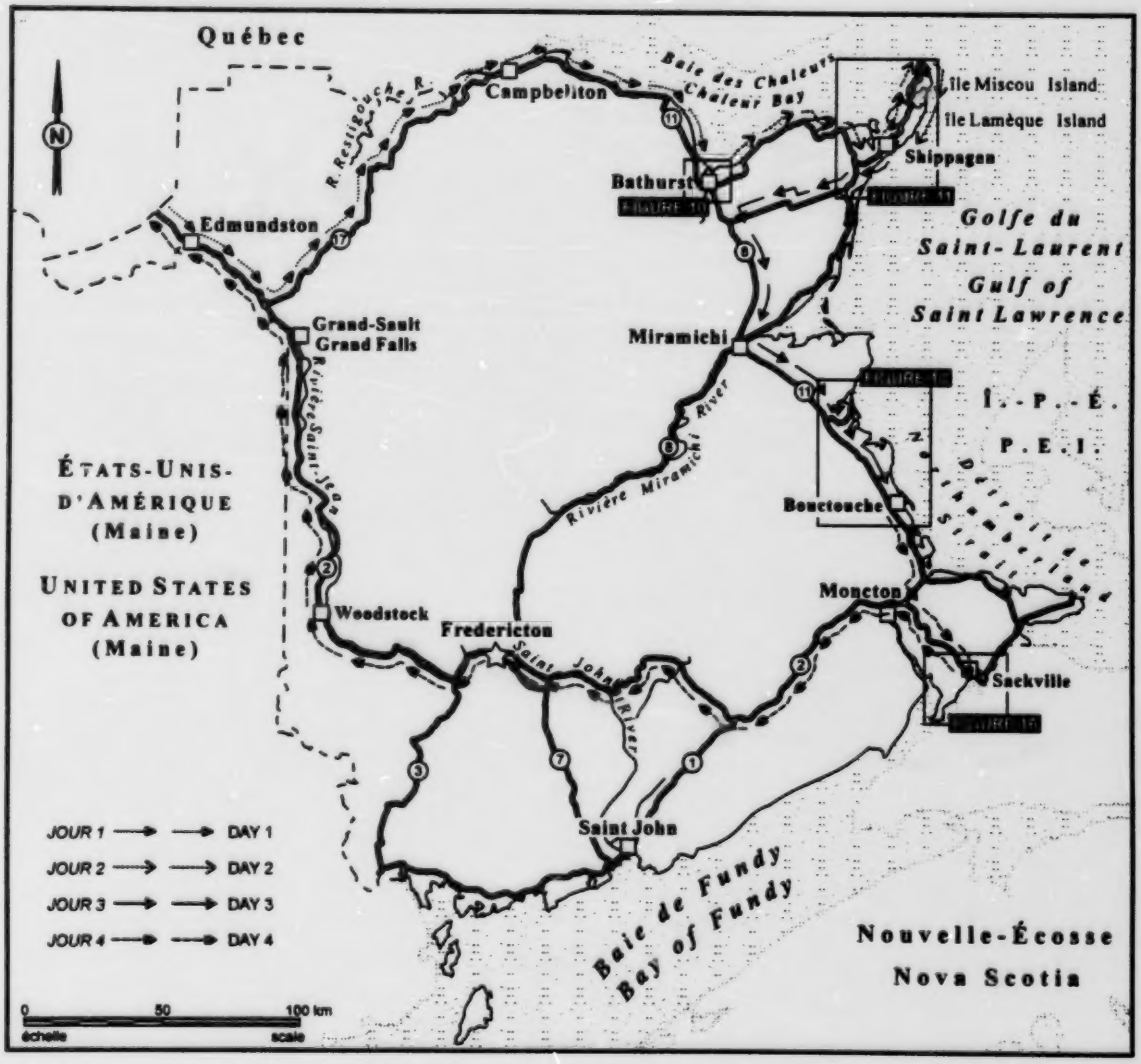


Figure 1. Map of New Brunswick showing the field trip itinerary.

Safety

Personal and group safety is the responsibility of each field trip participant. The field trip leaders will endeavor to make the trip as safe as possible but can do so only with the co-operation of the participants. Participants are asked to read the following advice on safety procedures and to co-operate with the trip leaders in ensuring that the trip is as safe as possible.

1. SUITABLE CLOTHING. Participants should have comfortable footwear and clothing for protection against variable weather conditions: hot and sunny; wet and cool. Boots are recommended for some wet areas and hats are advised as well as sunscreen lotion for the skin.

2. USE COMMON SENSE. If a situation looks potentially hazardous, it probably is.

3. CLIFFS AND SLOPES. Slope failures are possible hazards at any time that steep exposures are examined. Situations should be assessed on a case by case basis, but the following are provided as general guidelines:

- Avoid steep slopes that are obviously unstable or overhanging cliffs.
- Do not pick or dig above your head or above anyone else.
- If climbing or descending a slope, proceed cautiously, ensuring that no one is above you in a position to dislodge rocks or soil materials, and that no one is below you in a position to be struck by rocks or soil material that you may dislodge.

Introduction to the natural history of the field area

Physiography and Geology

New Brunswick includes part of the Appalachian mountain range, which borders the southeastern margin of the Canadian Shield, the ancient core or continental nucleus of North America. Although some rocks in the Shield are as much as three billion years old, those forming the Appalachians are much younger and record only about the last billion years of Earth's history.

New Brunswick's main physiographic divisions are the Edmundston Highlands (part of the Notre-Dame Mountains), Chaleur Uplands, New Brunswick Highlands (Miramichi, St. Croix and Caledonian) and New Brunswick Lowlands (Fig. 2). The landscape forms an upland surface of surprising uniformity, broken only by the triangular-shaped lowlands of Permo-Carboniferous age. The upland surface of New Brunswick cuts across complex rock structures suggesting that it formed over a long period of time by the gradual wearing down of ancient mountains. The upland has reached its present altitude through processes of regional upwarping. Rivers have eroded the softer rocks and transported the sediments, cutting deep valleys and forming the large flat expanse of undeformed sedimentary rocks which characterizes the New Brunswick Lowlands.

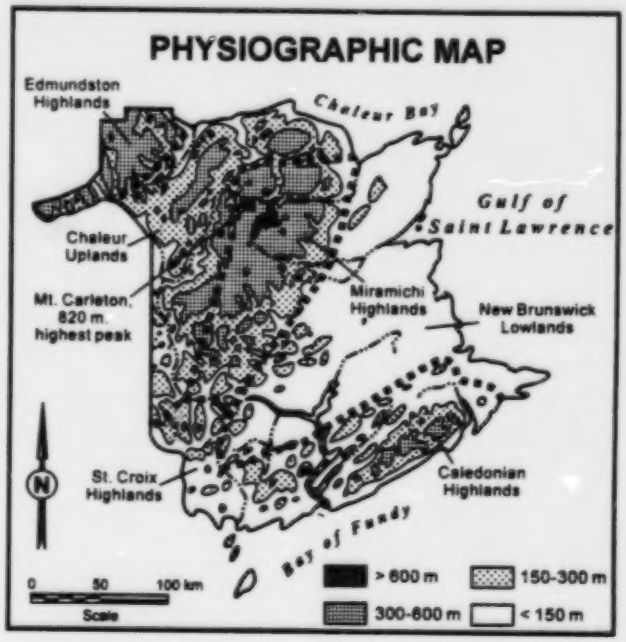


Figure 2. Physiographic features of New Brunswick.

More recently, during the Pleistocene epoch, New Brunswick was repeatedly covered by thick ice sheets that slowly moved across the landscape, locally polishing and striating the underlying surface. Marks found on bedrock outcrops record the direction of movement of these glaciers and help to unravel and reconstruct the history of past glacial events. New Brunswick was affected by glaciers coming from the Gulf of St. Lawrence, the Canadian Shield and by ice of local origin. As the climate warmed, the glaciers began to melt and to retreat towards the northwest. The land surface, which had been depressed from the massive weight of the ice, was partly flooded by the sea. The land eventually rebounded and the sea retreated to a position offshore of its current position. About 5 000 years ago, the sea began to advance again. This marine transgression, caused by elastic movements in the Earth's crust, is still going on today.

Climate

New Brunswick is sometimes referred to as the least maritime of the Canadian Maritime Provinces. Even though it is bordered on three sides by marine waters, its climate is essentially continental and most of the storm systems which affect the province originate in the Northern Pacific or in the Gulf of Mexico areas (Philips, 1990). However, in coastal areas the adjacent sea has a local modifying effect.

The continental character of the climate of the Province results in larger variations in temperatures from day to day and also from season to season, than would be found in a typical maritime climate. The coldest month

is January and the warmest is July. In winter, snow precipitation in northwest New Brunswick reaches 300 to 400 cm. Average total yearly rainfall for most of the Province is in the range of 1000 mm (Phillips, 1990).

Vegetation

The vegetation of New Brunswick closely reflects the interaction between topography and climate (Seaman *et al.*, 1993; Loucks, 1962). In general, the ecoregions of the Province represent a gradient from the cool, moist highlands, with rugged peaks and valleys, to the warmer, drier lowlands, with more gentle slopes, broad valleys and low-lying areas. The harshest growing conditions in the Province occur in the highlands: lowest January temperatures, shallow soils and exposed aspect. Thus, the forest cover consists mostly of balsam fir, black spruce and ericaceous shrubs, northern species adapted to cold temperatures and poor soils.

Freshwater wetlands

The range of freshwater wetland types in the provincial inventory is comparable to the wetland classes described by the National Wetlands Working Group (1988). Accordingly, New Brunswick's wetlands may be divided into two broad categories: peatlands and mineral wetlands. Peatlands appear in areas of blocked or restricted drainage such as small depressions, or where glacial or other deposits have restricted the flow of surface water. Wetlands with discernable water flow or fluctuation tend not to develop thick layers of peat and are therefore on mineral soils, hence mineral wetlands. Peatlands can be further divided into bog or fen, depending on the extent of peat accumulation and the nature of ground water influence. By contrast, mineral wetlands are generally in the form of swamps, marshes (either coastal or freshwater) and shallow open water.

Peatlands

Peatlands – or, as they are also called, peat accumulating systems – are essentially living carpets of mosses and other plants overlying layers of older, partly decayed organic material. Their development results from the gradual accumulation of these older plant materials, whose decomposition rate is slowed by acidic conditions, cool temperatures and by the low oxygen levels that result from saturation or the presence of standing water. On a continental scale, New Brunswick is in a zone where the surface vegetation and the partially decayed plant material are composed mostly of *Sphagnum* mosses. Peatlands have been developing in New Brunswick since about 10,000 years ago following the most recent glacial retreat. The average peat thickness is 3 m and some peatland complexes are almost 10 m deep (Keys and Henderson, 1987). Peatlands occur mainly in the poorly drained, flat-lying lowlands (Fig. 3).

The visual appearance of peatlands varies markedly from one region of the province to another. They may be domed or relatively flat. They can be surrounded by a well-defined depression called a lagg or by a wide expanse of wetland that grades into shrub swamp or marsh. Pools on their surface can appear in varying sizes and may be arranged either linearly or randomly. Some peatland surfaces are undulating with hummocks and depressions whereas others display a carpet of colourful mosses and sedges.

Bogs

As organic matter accumulates in a peatland, its living surface gradually rises above the influence of the groundwater table (Fig. 4). If the surface vegetation reaches the point of being unable to receive nutrients and water from groundwater sources, it then must rely on rainfall and other atmospheric deposition for nutrient input. Such peatlands are called ombrotrophic systems and, by definition, are true bogs. The lack of nutrient availability explains the nature of the vegetation: small or relatively slow growing species that are capable of storing resources over long periods. These include mosses, lichens, low evergreen shrubs (leatherleaf, labrador tea) and stunted black spruce or larch.

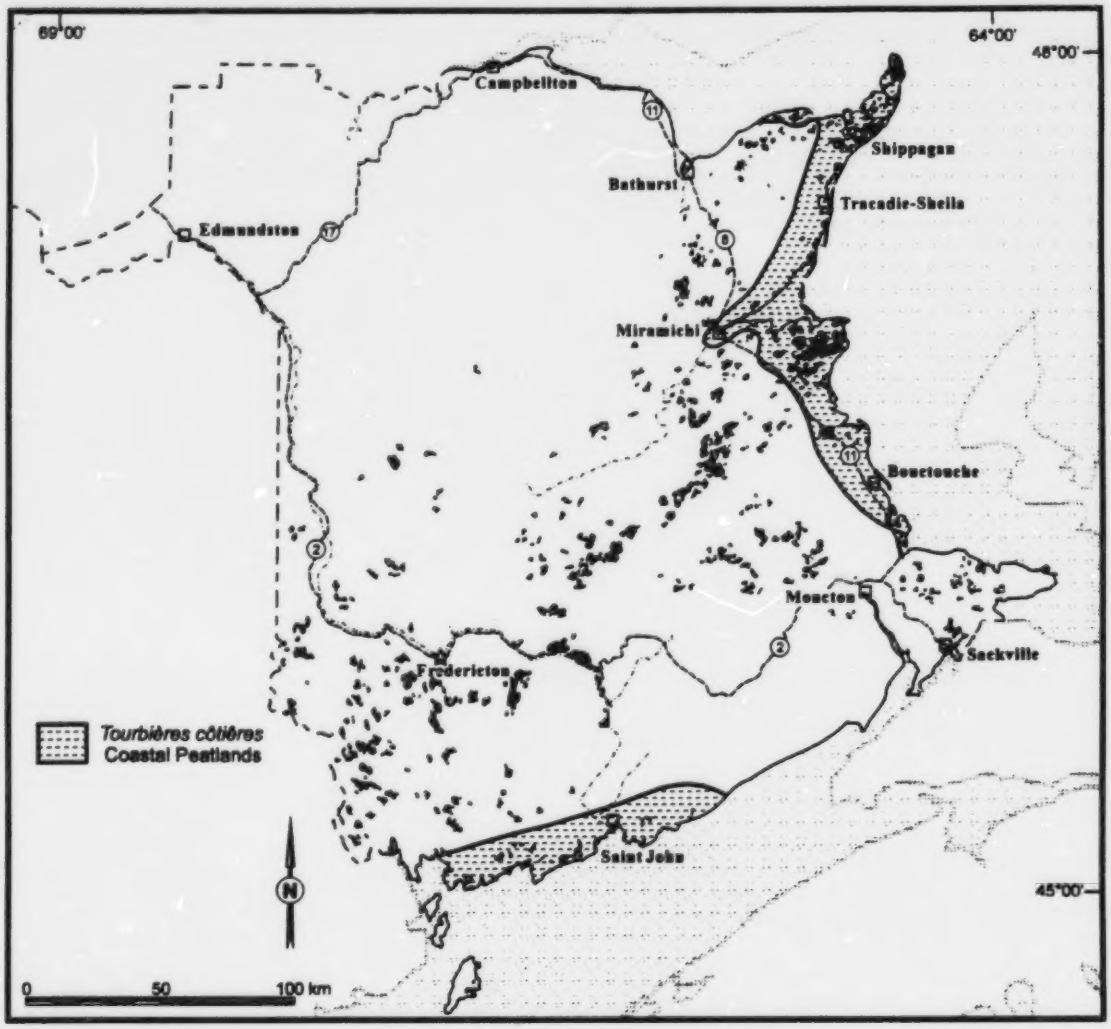


Figure 3. Distribution of peatlands in New Brunswick (from Keys and Henderson, 1988).

Fens

If the surface vegetation of a peatland maintains at least some contact with groundwater, it receives nutrients from the mineral substrate and as such, has an open drainage system. These peatlands are called fens or minerotrophic systems. Whether a peatland develops into a bog or remains a fen is determined by the extent of water flow, water level fluctuation and water chemistry.

Fens cover a wide range of nutrient conditions and tend to display vegetation communities different from the bog species assemblages where nutrients are less available. Some features of these provincially rare, rich fen sites include the presence of brown mosses rather than *Sphagnum*, and more nutrient-demanding plants such as rhododendron, sedges and some stunningly beautiful orchid species such as swamp pink and dragon's tongue.

Most New Brunswick peatlands actually are a combination of true bog and nutrient poor fen. Moreover, it is not unusual to see raised bogs with small sections of fen merging into shrub swamp or some other non peat-forming system. Truly rich fens are very scarce in New Brunswick and seem to be restricted to areas underlain by calcareous rocks. The vegetation of rich fens includes delicate and unusual plants such as orchids, Kalm's lobelia, bog bedstraw, and grass-of-Parnassus.

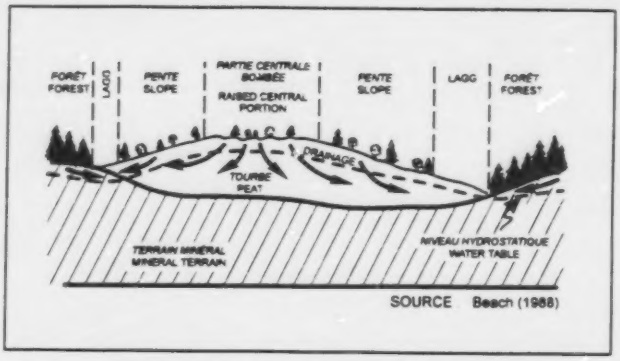


Figure 4. Model cross-section of a bog.

Mineral Wetlands

The environment of wetlands along active streams, rivers or large lakes is not conducive to peat formation, and instead gives rise to what are called non-peat-forming systems. These wetlands can be classified into the following wetland types, according to the provincial classification: emergent wetlands, aquatic beds, shrub wetlands and forested wetlands.

Shrub Wetlands

Shrub wetlands (Fig. 5) have a fairly low depth and duration of flooding and are recognized by the dominance of woody vegetation. These wetlands often occur along meanders of streams or small rivers, with alder usually as the dominant cover. Where the substrate remains moist for longer periods, alder wetlands often support a rich understorey of ferns, sedges, violets and other species. Along lakeshores, extensive cover by sweet gale is more common.

Forested Wetlands

Forested wetlands are not as common in New Brunswick as other wetland types since most treed wetlands fall under the "bog" classification. Silver maple swamps are perhaps the most unique wetland type in the province, occurring primarily on the Saint John River floodplain. Although silver maple swamps are characteristic of floodplains in the southern parts of Ontario and Québec, they are uncommon in the Maritimes.

Emergent Wetlands

Emergent wetlands are dominated by rooted herbaceous plants and include typical marshes as well as wet meadows. They are transitional in flooding duration and depth between the less inundated shrub wetlands and the more submerged shallow or open water wetlands. The so-called high marsh or meadow experiences intermittent or seasonal flooding, whereas low marsh undergoes permanent flooding. Some of the largest wetland complexes in the province are emergent wetlands, with dominant vegetation consisting of robust species such as cattail, river bulrush and soft-stemmed bulrush.

Aquatic Bed

Aquatic beds are wetlands that are dominated by shallow standing water and characterized by plants that grow on or below the surface of the water. These wetlands usually occur alongside lakes or large rivers, and are generally free of emergent vegetation.

Coastal Marshes

Coastal marshes are found in saline, coastal settings that are sufficiently protected from wave action to allow for the accumulation of sediment and organic matter. They are characterized by vegetation adapted to flooded, saline environments or halophytes. The provincial inventory uses the more general designation of

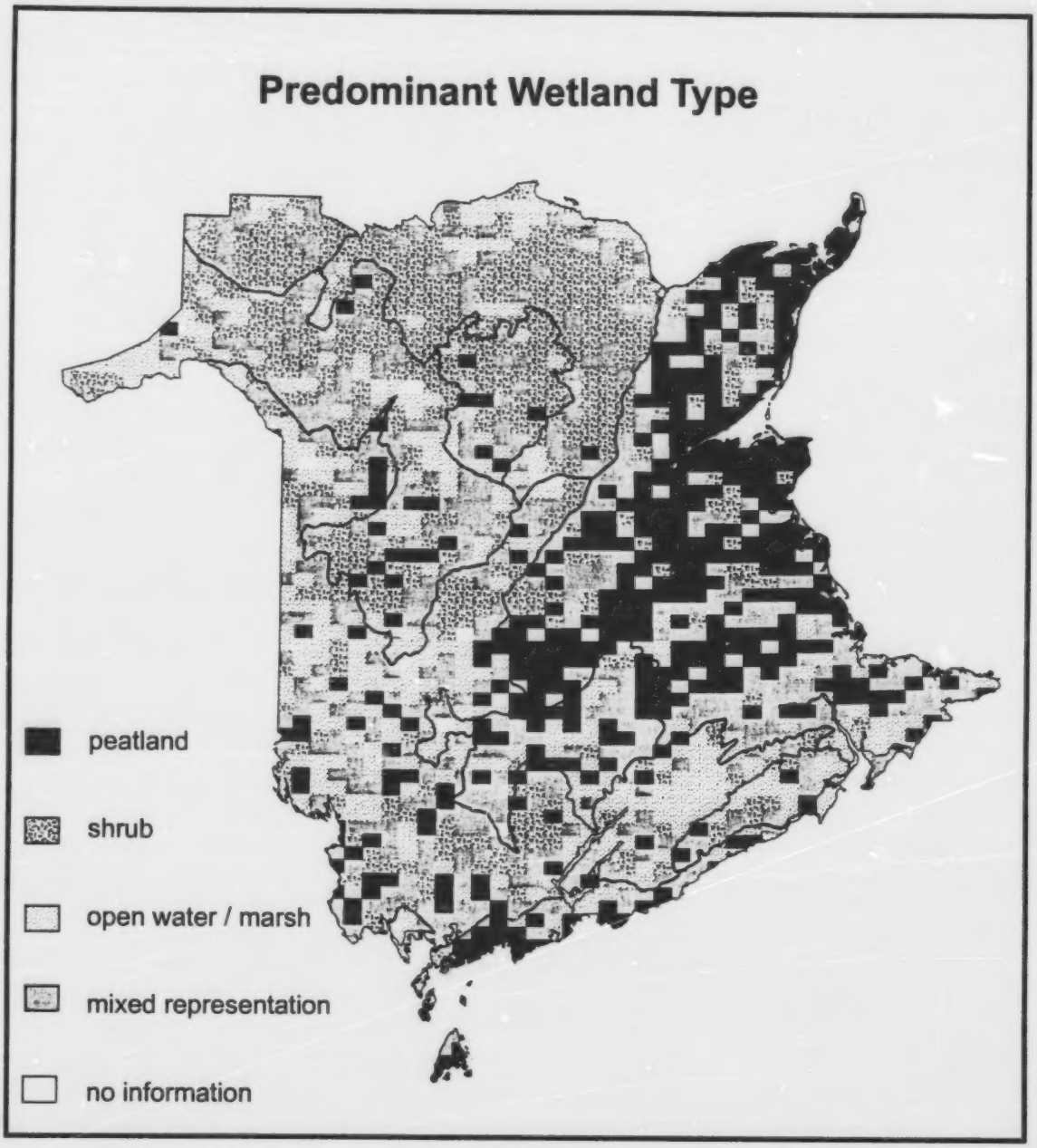


Figure 5. Predominant wetland types in New Brunswick.
(Ecological Land Classification Group. In preparation)

"coastal marsh" rather than "salt marsh" because some marshes are brackish, and fresh water species are commonly associated with the marshes along the Gulf of St. Lawrence and the Northumberland Strait.

New Brunswick has approximately 9000 hectares of true salt marsh distributed along its coast. In the Bay of Fundy, the salt marshes are typically dominated by *Spartina* species. Often the marshes show the classic zonation patterns from 'low' to 'high' marsh and are regularly flooded by tidal waters of the Bay (Fig. 6). High salt marsh generally lies above the mean high tide and is flooded only during the highest tides. Low salt

marsh sits below the mean high tide and receives the daily tides. Saltwater cord grass is the dominant vegetation in low marsh, where the number of different species of vascular plants is generally low. Salt-meadow grass is common in high marsh where it is often the major element in a mosaic with arrow-grass, saltwort, sea lavender, seaside-plantain and other delicate vascular plants. The Fundy marshes are also characterized by deep channels cut in silt and are subject to a very dynamic tidal regime.

Much of New Brunswick's coastal marsh has been drained for agricultural use or otherwise disturbed, particularly along the Bay of Fundy. Low marsh in particular is an uncommon and vulnerable habitat, subject to reshaping by ice and wave action. Some of the largest remaining salt marsh complexes lie at the head of the Bay of Fundy and along the Acadian coast, where they are a favourite haunt of birdwatchers eager for sightings of uncommon and migrating bird species.

Along the Gulf of St. Lawrence and Northumberland Strait, there are extensive marshes associated with coastal lagoons. Marshes may be associated with the backside of the dunes or the dunes may protect extensive areas of tidal salt marsh. These marshes may have their surface flooded only during the highest tides of the year, and as such are primarily "high" marshes (Roberts, 1993).

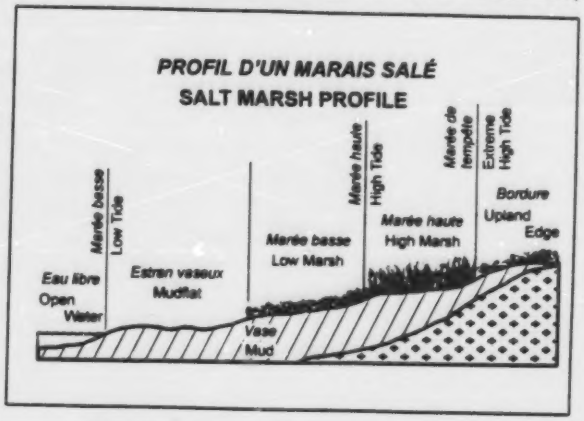


Figure 6. Cross-section of a salt marsh.

Coastal peatlands of New Brunswick

Although some also occur along the southwest shore of the Bay of Fundy, coastal peatlands are found mainly in northeast New Brunswick (Fig. 3) where they occur along a 5 to 15 km wide band along the northeast and east coast of the Gulf of St. Lawrence. Peatlands in this region are predominantly bogs with very pronounced doming and open cover vegetation. Highly ombrotrophic conditions are characteristic and thick layers of *Sphagnum* have accumulated. The average depth is 3.3 m and peat thickness of 8 to 9 m are common in the center of the larger domed peatlands.

Large peatland complexes, the result of several local peatlands merging together during the development history, occur on the Escuminac Peninsula (6 300 ha), on Miscou Island (3 100 ha), at Tabusintac (1 200 ha) and in Kouchibouguac National Park (3 000 ha).

Stratigraphy

The stratigraphic profile of a typical coastal peatland consists of 3 to 6 m of poorly humified *Sphagnum* peat underlain by 0,5 to 1 m of well-humified *Sphagnum*, *Sphagnum-Carex*, or *Carex* peat (Fig. 7). Shrubby layers are uncommon and rarely constitute more than 10% of any layer. Basal ooze layers are uncommon.

The transition between poorly and well-decomposed peat normally occurs over a 20 to 50 cm interval. The thin basal humified layer is dominated by *Sphagnum* peat in the northern part of the region, and by *Carex* peat containing shrubs and wood fragments in the south. This trend parallels the trend of increasing basin concavity towards the south of the region. During peatland formation, this increased concavity would have provided greater water retention and led to an environment that enhanced the proliferation of plants such as *Carex*.

All of the peatlands in this region are located on 0.5 to 1.5 m of postglacial Holocene marine sediments that overly Carboniferous sandstone. Sand is the most common sediment type found underlying the peatlands and this correlates well with the interpreted beach and intertidal environment reported by Rampton *et al.* (1984). Despite the presence of a reasonably porous sediment and the steady but very low sloping ground,

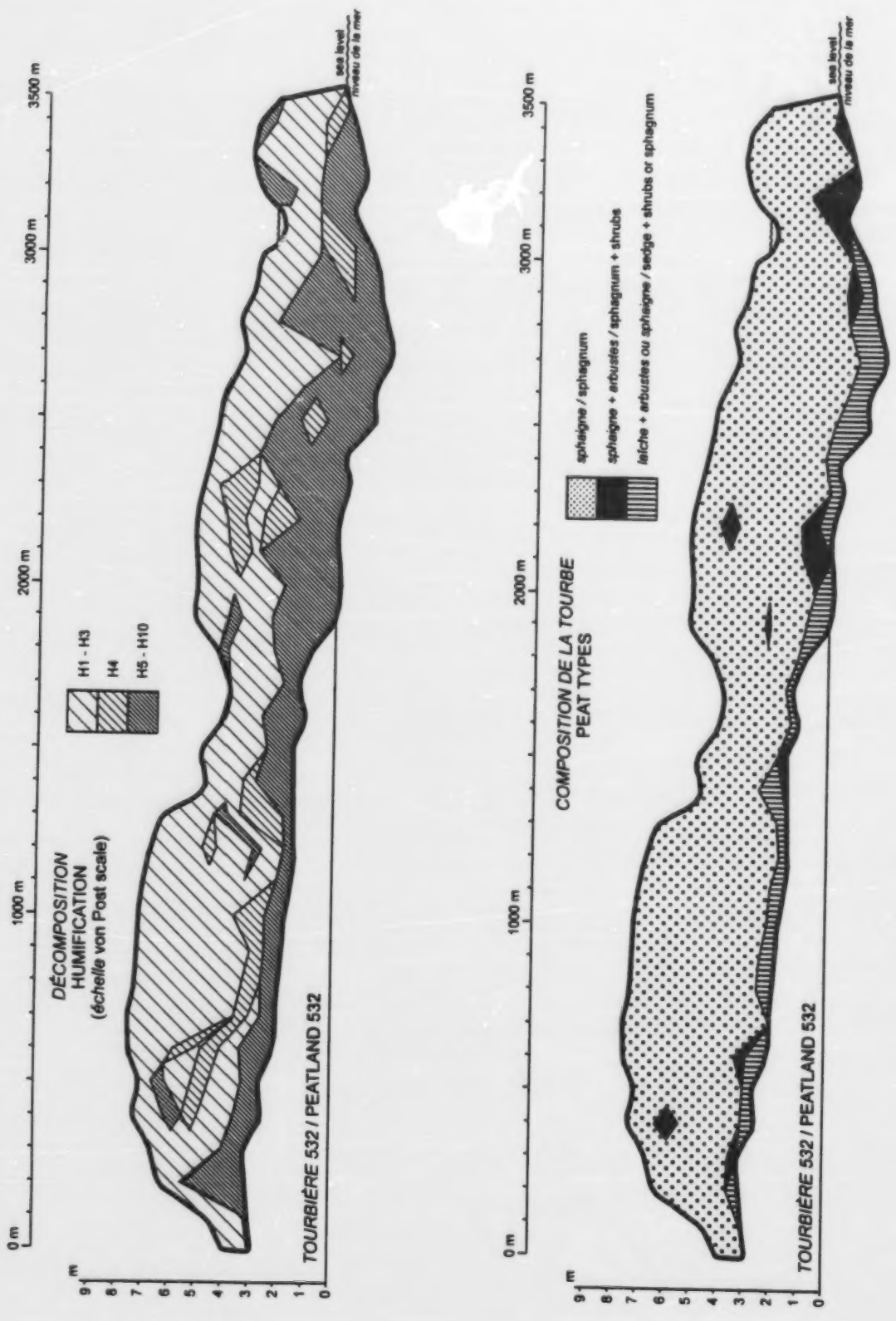


Figure 7. Typical stratigraphic profile of an eastern New Brunswick coastal peatland.

there was apparently enough moisture to initiate peatland development shortly after marine waters receded from the area. Michaud (1985) indicates that an excess of precipitation over evaporation exists along this coastal region. Korpijaakko (1976) used pollen data and radiocarbon dates on peat to determine that peat accumulation started about 8500 BP.

Peatland development history

After deglaciation, the coastal lands were quickly submerged by marine waters but as isostatic rebound of the land occurred, the sea soon began to recede, leaving behind beach strandlines, a sand blanket and finer lagoon sediments. Peatlands began to form on that landscape. Maximum emergence of the land and adjacent seafloor along the coast occurred about 7 000 BP (Kranck, 1972; Prest, 1973; Scott *et al.*, 1987). Since that time, sea level has been rising at an average rate of 15 cm per century (Grant, 1970) and more than twenty coastal peatlands have been partially eroded resulting in the formation of peat cliffs up to 4 m high (Keys and Henderson, 1987). The base of some peatlands can be as much as 2 m below present sea level. Peat cliffs offer a unique and unusual opportunity to observe the stratigraphy of peatlands. The style of slumping and erosion of these cliffs have been studied by Pajunen (1981).

Warner *et al.* (1991) suggest the following postglacial history of vegetation and bog formation for the coastal peatlands. The earliest terrestrial landscape, dated at 11 000 BP in the Escuminac Peninsula area, was open juniper (*Juniperus*) shrubland. Spruce (*Picea*) was the first tree to invade the area, forming woodland communities by 10 200 BP and closed coniferous forests with fir (*Abies*) by 9200 BP. An early counterpart of the modern Acadian forests was in place by 6500 BP and was fully developed by 2900 BP when beech (*Fagus*) spread through the area. Shallow freshwater, open wetland communities acted as nuclei for the development of fens. Transformation into ombrogenous peatland vegetation communities started around 6500 BP and was completed by 4700 BP, after which time the bog spread laterally by paludification onto higher grounds.

Morphology and vegetation

The ombrotrophic portion of a typical peatland covers 85% to 95% of the total surface area. Minerotrophic conditions are restricted mainly to narrow lagg zones (Fig. 4). Coalesced domes are common in the larger peatland complexes. The surface of the domes and slopes are relatively dry and smooth with little to no hummock and hollow patterning.

Vegetation on the domes consists mainly of low shrubs (10 to 20 cm), lichens and mosses. Dwarf trees are scattered and rarely grow above shrub height. Typical vegetation is as follows :

Picea mariana	*Rubus chamaemorus*	*Empetrum nigrum*	*Sphagnum rubellum*
Scirpus cespitosus	*Chamaedaphne calyculata*	*Cladonia rangiferina*	*Gaylusacia dumosa*
Kalmia angustifolia	*Sphagnum fuscum*		

With lesser amounts of :

Myrica gale	*Kalmia polifolia*	*Ledum groenlandicum*	*Sphagnum flavicomans*
Sarracenia pruprurea	*Sphagnum imbricatum*	*Pinus strobus*	*Eriophorum spissum*
Betula pumila	*Larix laricina*		

Scirpus cespitosus lawns are common around lakes and in the central portion of the domes. Lichen is very common and often covers 50% to 60% of the dome surface. *Myrica gale* is present as widely scattered clumps of bushes. The occurrence of this supposedly minerotrophic plant in strongly ombrotrophic areas has not been fully explained but it may be related to the effect of marine coastal climate.

Peatland margins are narrow and of limited extent. *Scirpus cespitosus* is a major cover species with some *Eriophorum spissum* and a few scattered *Carex* species. Shrubs are sparse and scattered. The edge of each

bog is distinct and is often covered with tall (1 m) *Rhododendron canadense*, *Myrica gale*, and tall (5 m) *Picea mariana* and *Larix laricina*.

Lakes or ponds associated with these bogs are generally small and scattered. Streams and brooks are uncommon. Since the bases of many peatlands slope toward the coast, water often drains directly into the Gulf of St. Lawrence and the Northumberland Strait.

STOPS – DAY 1

FROM QUÉBEC CITY TO BATHURST, NEW BRUNSWICK, ACROSS THE APPALACHIAN MOUNTAINS AND ALONG THE SOUTH SHORE OF CHALEUR BAY.

Introduction

This first day of the field excursion is primarily a scenic drive along the St. Lawrence valley lowlands, easterly to Rivière-du-Loup (Québec), then south across the Notre-Dame Mountains and finally northeast and east along the Chaleur Bay coastal area, ending in Bathurst. A stop will be made at Kamouraska[1] to observe human impact on the salt marshes of the St. Lawrence estuary and at St-Jacques to visit a botanical garden (Fig. 8). The day will end with a walk through the Nature Reserve of Daly Point in Bathurst.

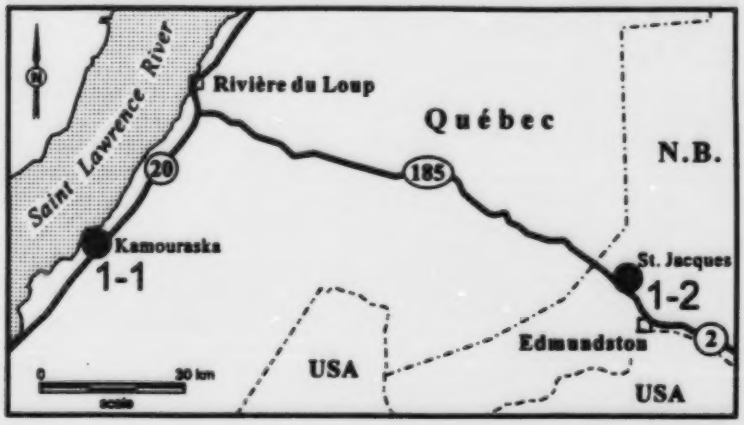


Figure 8. Kamouraska (Québec) to Saint-Jacques (New Brunswick)

STOP 1-1: THE ABOITEAUX OF KAMOURASKA: AN ENVIRONMENTAL HISTORY OF CULTURAL, ECONOMIC, AND ECOLOGICAL CHANGE IN THE SALT MARSHES OF QUÉBEC.

Leader : Matthew G. Hatvany

Purpose : To observe the functioning of a dyked (aboiteau) salt marsh and discuss the changing historical perceptions of the economic and ecological value of the salt marshes.

DESCRIPTION

Ecological studies have significantly increased the understanding of the salt marsh environment. Since the 1960s, they have illustrated that salt marshes are one of the most productive ecological zones in the world, which play an important role in water filtration and providing habitat and nourishment for fish stocks, wildfowl and mammals. These studies have shown a profound concern with the recent human impact on the salt marsh environment, especially environmental transformations through agricultural dyking and drainage activities such as those found in Kamouraska. Yet these studies have been ahistorical and acutely "biocentric" (Gauthier, 1980). While they provide in-depth description of recent human-induced alteration of the salt marsh environment, they do not adequately explain the anthropogenic reasons for such alterations. None provide adequate understanding of the long-term historical reasons explaining how and why humans have exploited the salt marsh environment over more than three centuries, and why at certain moments in time they have initiated radical transformations of that environment.

In this excursion, participants will learn about the changing long-term human perceptions of the economic and ecological value of the salt marshes of Kamouraska. Early economic and ecological perceptions of the

[1] *Kamouraska is an Algonquin word that means "there is grass along the shoreline".*

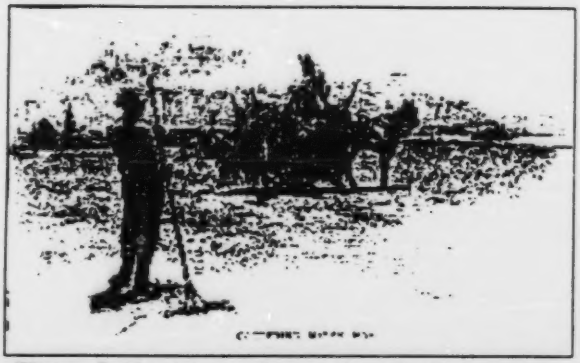


Figure 9. Marsh hay gathering along the St. Lawrence River, Québec, late 19th century.

salt marsh were based on subsistence exploitation of salt marsh flora and fauna among pre-contact Amerindians. This subsistence economy was continued for more than two hundred years by the colonial settlers who brought from France a similar awareness of the diverse ecological value of the salt marsh for subsistence economic purposes (Fig. 9). These perceptions remained constant until the mid-19th century when increasing demographic pressure on available land led to the innovative response of dyking the salt marshes with aboiteaux to enable the expansion of arable land. While such activities were at first small, they rapidly grew as commercialization increased and advanced technology such as mechanical earthmovers became available. Drainage of the salt marshes for agricultural purposes was viewed by the farmers and government of Quebec as a progressive response to their demographic and economic needs. It was not until the 1970s that newly-enlightened ecologists in Quebec began to question the "modern" logic of salt marsh drainage by pointing out that since the 1850s nearly 50 percent of the St. Lawrence Estuary's salt marshes had been lost - mainly to the expansion of agricultural activities (Hatvany, 1997). In the matter of less than half a decade, ecologists attempted to stop all agricultural exploitation of the salt marshes, and completely overturn local perceptions of the economic value of salt marshes that had evolved over centuries of time. In 1979-1980, when new aboiteaux construction began, Kamouraska became the sight of a heated debate between ecological and agricultural interests over stewardship of the salt marsh environment. Both sides in the debate showed an acute lack of historical understanding of the view points of the other, and in the end failed to establish a common approach to local responsibility for the future well being of the salt marsh environment. Mistrust and misunderstanding between the two groups continues to this day, providing a lesson in the necessity of better understanding the place of humans in the evolution of a natural environment that must be shared for both economic and ecological purposes.

STOP 1-2: THE NEW BRUNSWICK BOTANICAL GARDEN

Leaders : Staff from the botanical garden

Purpose : Guided visit and lunch stop.

DESCRIPTION

Covering more than 7 ha, the garden consists of more than 50 000 individual plants: rose hedges, rhododendrons, annuals and perennials. Designed by a team of specialists from the prestigious Montréal Botanical Garden, the New Brunswick Botanical Garden is a masterpiece of the genre.

STOP 1-3: DALY POINT NATURE RESERVE

Leaders : Gilles Godin, Lee Swanson and Jacques Thibault

Purpose : To observe the varied flora and fauna associated with a coastal salt marsh and adjacent forest.

DESCRIPTION

In 1989, the *Daly Point Nature Reserve* in Bathurst was formed through a corporate stewardship program with Brunswick Mining and Smelting Corporation, who owned the land, and the Province of New Brunswick. The property is now owned by Noranda Inc. and managed by a Steering Committee. The purpose of the

Reserve is to foster appreciation of nature, education and scientific studies. An interpretation center was opened in the fall of 1992.

The area is approximately 50 ha with close to 7 km of maintained trails (Fig. 10). These trails are divided in habitat sections running through successional old field, mixed Acadian forest, salt marsh, and along the coast beside mudflats where thousands of waterfowl can be seen feeding. There are a variety of plants, insects, birds, small mammals, and larger mammals such as white-tailed deer on the property. Daly Point Nature Reserve is host to a rare butterfly, the Maritime Ringlet, which is found in only four salt marshes in the world, all in Chaleur Bay.

At the Reserve, we will be met by Biologists and Interpreters who will take us on a tour of the site. We will hike on the trails, through the different habitats, and down the slope to the look out on the salt marsh and Chaleur Bay. Possibly, we will catch a glimpse of the Maritime Ringlet while we watch the sunset.

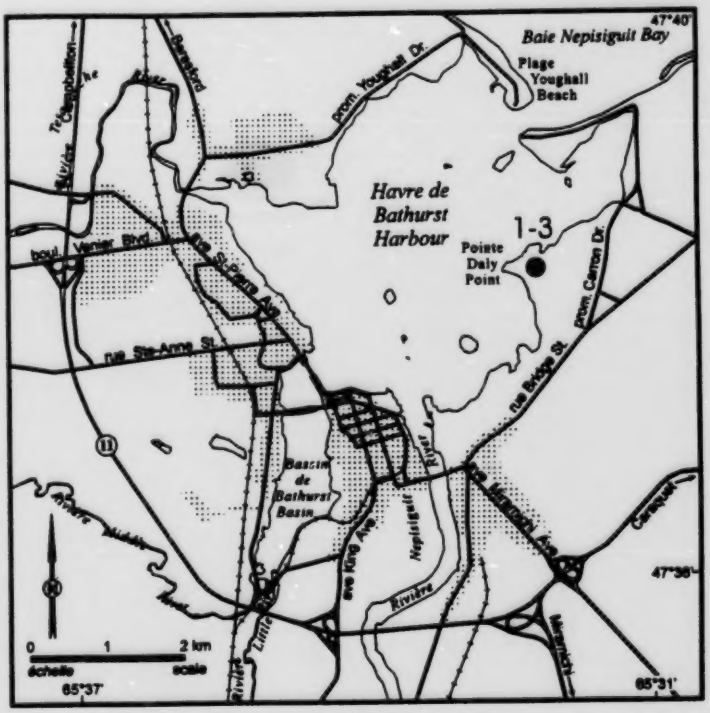


Figure 10. City of Bathurst and Daly Point Reserve.

Additionally, we will have a slide presentation to introduce trip participants to peatlands and the peat industry, and to coastal marshes of New Brunswick.

STOPS – DAY 2

PEATLANDS OF THE ACADIAN PENINSULA: RESTORATION OF FORMER PEAT EXTRACTION SITES IN SHIPPAGAN AND LAMÈQUE; NATURAL WETLANDS OF MISCOU ISLAND.

Introduction

Miscou[2] Island is located on the northeast tip of the province and is surrounded by Chaleur Bay and the Gulf of St. Lawrence (Fig. 11). There is little development on this island as it is mostly covered with a diversity of wetland habitats, and until recently, boats were the only form of access. The island has an extensive bog complex, some small lagoons, kilometres of beach and dune, as well as several salt and brackish marshes.

[2] *The name "Miscou" comes from the Micmac "Misgigoiag" meaning "it is grassy", alluding to the topography of Miscou point in the northwest of the island where there are swamps and marshes that are wet and very grassy (Gaudet, 1998).*

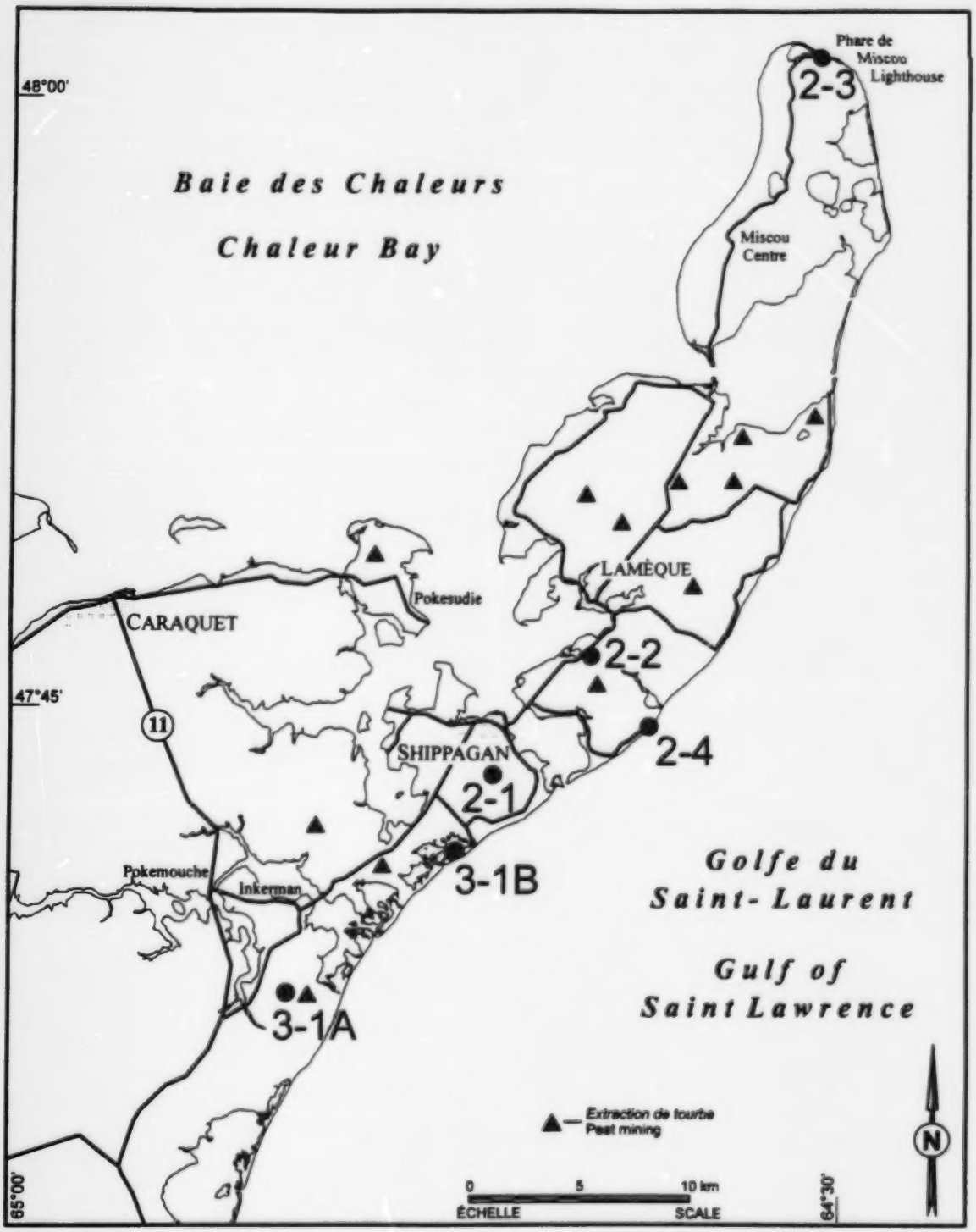


Figure 11. The Acadian Peninsula of northeastern New Brunswick.

The history of Miscou is as rich and interesting as the island's ecology. Jacques Cartier, the French navigator who claimed Canada in the name of the King of France in 1534, landed at Miscou. Artifacts indicate that the island was well used as a whale hunting and processing station by Spanish and French Basque fishing vessels dating back to the 1570s (Ferguson, 1983). The residents of Miscou began a commercial fishery in 1850, and a lobster cannery was established in 1920. William Ganong discovered large amounts of walrus bones on Miscou in 1906, most of which had what appeared to be bullet holes in them and butchering marks. At that time, the animal had been extinct in New Brunswick for close to a century (Ganong, 1906). In 1939, Miscou made world news when a Russian airplane crash-landed en route to the New York World Fair (Robichaud, 1989). In 1996, the Miscou Bridge opened, connecting Miscou directly to the mainland for the first time.

STOP 2-1: RESTORATION OF OLD BLOCK-CUT PEAT OPERATION, SHIPPAGAN[3]

Leaders : Jacques Thibault, Michel Savard, Line Rochefort

Purpose : To observe the process of renaturation on a former block-cut peat mine site.

DESCRIPTION

The Shippagan site belongs to the vast complex of wetlands located along the Gulf of St. Lawrence in northwestern New Brunswick. Annual precipitation reaches 1017 mm, almost half of which is in the form of rain. The average annual temperature is 3.3 °C, with averages of -10 °C in January and 19 °C in July (Environment Canada. 1993).

It was in 1939 that engineers of the federal Department of Mines first became interested in the peat bog located along the Le Goulet lake. They stated that the bog was comparable to those found in Europe, and therefore of very good quality. However, it was only in 1942 that a company by the name of *Western Peat Moss*, headquartered in New Westminster, British Columbia, set up shop in Shippagan. The plant was built on a property purchased by the company, which today is located behind the Carrefour mall. In 1953, *Atlantic Peat Moss* bought the Shippagan plant.

At the time, the peat was extracted manually using a shovel. Blocks measuring approximately 40 cm (16 inches) in length by 23 cm (9 inches) in width and 13 cm (5 inches) thick were stacked so as to facilitate drying in the sun and wind. In the beginning, the blocks were transported to the plant using a conveyor system, an activity that was later done using a tractor. At the plant, the blocks of peat were crushed and packaged mechanically, and the final product was shipped to customers by train or truck.

In 1959, a fire caused serious damage to the plant. The owner renovated it the following year and added an artificial dryer and a conveyor to transport the peat to the plant. Finally, in 1970, the Shippagan plant closed its doors and ceased all operations at the bog located at the Le Goulet lake site. Today, the site is owned by the *Sun Gro Horticulture Inc.* peat company, which has two operations in New Brunswick, one in Maisonnette, and the other on Lamèque Island.[4]

Natural Restoration of the Peat Bog

With the closing of the plant and the cessation of harvesting activities, the bog began to regenerate on its own, without human intervention. In the Shippagan bog, the trenches dug when excavating the peat measure

---

[3] *From the Micmac "Sepaguncheech," meaning "duck passage". That is certainly not a misnomer, since between Shippagan and Lamèque Island, there is indeed a passage that ducks have always used when coming from the Gulf of St. Lawrence into Chaleur Bay. (Gaudet, 1998).*

[4] *The name "Lamèque"is derived from the Micmac toponym "Elmugwadasik" meaning "head is turned to one side". It is as if the head of the bay is turned to one side (Gaudet, 1998).*

18 m x 60 m and are separated by baulks that average 5 m in width (Robert, 1997). The thickness of the peat left in place is about 0.6 m in the trenches' lateral tiers and about 1 m in the central tier. Narrow drainage ditches border the trenches, which are still interconnected by the main ditches. In 1984, when water was already accumulating in the main ditches that were blocked naturally by the collapse of the cut-out walls in the bog, the municipality of Shippagan decided to block them completely (Robert, 1997).

The work of Élisabeth Robert (1997) indicates that despite the ecological impacts of mining, a vegetation dominated by *Sphagnum* moss and ericaceous shrubs is once again accumulating peat in some of the trenches of the Shippagan bog. She concluded as follows:

> "Analyses of the plant macroremains reveal that the development of vegetation of similar composition to nondisturbed peat bogs results in a direct paludification of the residual substrate by *Sphagnum fuscum, S. capillifolium* and *S. magellanicum*. The direct paludification of the residual substrate was encouraged by the blockage of the main drainage ditches, by the physical properties of the catotelm partially left in place, by the rewetting of the residual substrate, by the relief and, locally by the microrelief and, eventually, by the presence of ericaceous shrubs, of *Polytrichum strictum* and *Eriophorum spissum*.
>
> "The plant succession shows the initial or rapid dominance of *Sphagnum* moss and their maintenance during the succession. The growth of *Sphagnum* moss covered with ericaceous shrubs led to the complete burying of the small mounds of *Eriophorum spissum* and the partial burying of *Polytrichum strictum* colonies. The convergence of the plant succession toward the formation of hummocks and flats by *Sphagnum fuscum, S. capillifolium* and *S. magellanicum* under cover of ericaceous shrubs, even when the paludification has started within the colonies of *P. strictum* or in proximity to small mounds of *E. spissum*, confirms the ability of the *Sphagnum* mosses to direct the succession when they succeed in occupying a habitat. The current hydric, nutritional, and floristic conditions at the site lead us to believe that the restoration of peat ecosystems is possible after the cessation of mining operations.
>
> "With respect to the development of techniques for the restoration of abandoned peat operations, the results confirm that the research must continue to focus on measures that encourage the direct paludification of the residual substrate. The establishment of small colonies of *Sphagnum* mosses may lead to the formation of new accumulations of peat. Furthermore, the simultaneous introduction of companion species may reduce the impacts of the initial hydric deficit while increasing the vegetal diversity and stimulating the natural interactions between the species that make up the plant suite of undisturbed peat bogs."

STOP 2-2: RESTORATION OF VACUUM PEAT OPERATION, LAMÈQUE

Leaders : François Quinty and Line Rochefort

Purpose : To observe the application of restoration techniques on former vacuum mined peat fields.

DESCRIPTION

Since the spring of 1997, the Lamèque Island site has been the home of two completely different experiments. The first tests the wind resistance of three types of mulch (Eromat, Curlex, and straw) and compares their effectiveness on the establishment of *Sphagnum* mosses, according to a defined experimental layout. The second is a medium-scale experiment seeking to assess the impact that topographical modifications have on the hydrological conditions of the entire site.

Information on the Site:
At the start, the centre of the beds was completely denuded of vegetation, and the microtopography pointed to a very active freeze / thaw process. Both sides of the ditches had been recolonized by strips of ericaceous

shrubs and a few groups of *Polytrichum*. The *Sphagnum* moss had grown in even narrower strips, centred on the ditches. The presence of the *Sphagnum* mosses in the former trenches attests to an old block-cut peat operation.

Data on the depth of the water table and the water content are available for this experiment.

It should be noted that the construction of the bicycle trail along the site has significantly modified the site's hydrology by raising the water level. This situation seems to benefit the *Sphagnum* mosses.

RESULTS

1- Mulch Experiment

Analysis of the results from 1998 indicates that vascular plants obtain a higher percentage of cover under the Eromat than under the other two types of mulches. However, the differences between the various mulches are very small. On another front, straw seems to have a positive effect on the growth of the mosses, a finding not observed with the Eromat and the Curlex. For the other plants, there are no differences in the cover in terms of the type of mulch. The general conclusion for 1998 is that straw seems to be the best option, since it also has the advantage of being much more economical.

When drafting this guide, the analyses for 1999 had not been completed. However, the observations made at the site show a larger cover of *Sphagnum* and other mosses found beneath the straw. The question of wind resistance could not be studied as the Lamèque site turned out to be less exposed than previously thought. Straw still seems to be the best mulch, but in a windy location, the results could have been different.

2- Topographical Experiment

The primary objective of this experiment was to level the domed centre of the beds in order to get rid of the microtopography and the crust that had formed there. The peat collected in this manner is used to form embankments perpendicular to the beds in order to better distribute the water. That operation was done with a bulldozer. So much material was removed that embankments were also formed on each side of the central domed zone of the beds. The resulting topography looks more like basins than perpendicular embankments.

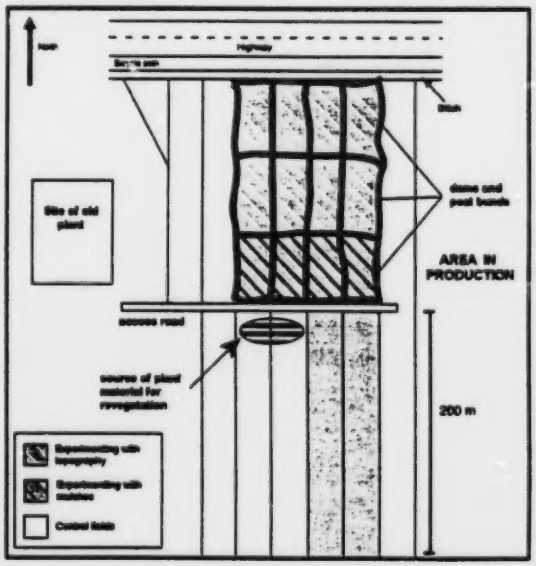


***Figure 12.** Plan of the Lamèque Site*

One of the interesting aspects of this experiment is that the plants were harvested nearby, i.e., on the other side of a small road, in areas that were restored naturally. That means that it is possible to use restored zones as a source of plants for restoration.

Lastly, the *Sphagnum* mosses collected from the borrow zone included species that grow in an aquatic environment. They do not form hummocks or accumulations, but rather carpets of *Sphagnum*. We observe the same situation in the zones being restored, be they in wetland areas (bordering the ditches) or in dryer areas (in the middle of the beds). The *Sphagnum* moss spreads, but accumulates at a much slower rate than is found at most of the other sites in the study.

STOP 2-3: MISCOU LIGHTHOUSE

Leader : Lee Swanson, Jacques Thibault

Purpose : To observe a peatland complex and associated coastal fauna and flora.

DESCRIPTION

Travelling north along highway 113, we reach a lighthouse that is located at the northern tip of Miscou Island. From the top of the lighthouse, we can see a large peat bog that extends beyond the horizon, as well as a brackish lagoon and a dune system that is drifting over the edge of the bog. The lighthouse also provides an excellent viewing point for seabirds such as Double-crested Cormorant, Common Eiders, Red-throated Loons, Common Goldeneye, Oldsquaw, Surf Scoters, Black Scoters, White-winged Scoters and Northern Gannets.

We will walk to the nearby brackish lagoon that is protected by a dune and beach system. The flora found at the lagoon represent extremes from salt tolerant to freshwater species. Examples include bur-reed (*Sparganium* sp.), spike-rush (*Eleocharis* sp.), bulrush (*Scirpus* sp.), fresh water cord grass (*Spartina pectinata*), and marsh St. Johns-wort (*Triadenum fraseri*). An ancient burried forest, likely spruce and tamarack, is emerging due to erosion of the bog on the landward side of the lagoon.

We will also walk along the beach and observe an area where the dune has drifted over the edge of the peat bog. Along the beach, we may see shorebird species in migration such as Killdeer, Semi-palmated Plover, Semi-palmated Sandpiper, Ruddy Turnstone, Greater Yellowlegs, Lesser Yellowlegs, and the endangered species Piping Plover that breeds nearby. Piping Plover is listed as endangered within the province, and nationally in Canada.

STOP 2-4: COASTAL PEAT CLIFFS

Leader : Michel Savard, Jacques Thibault

Purpose : To observe peat cliffs resulting from the effect of the current marine transgression on a coastal peatland.

DESCRIPTION

Peat cliffs, up to 4 m in height, are a common feature along the New Brunswick marine shoreline. They form from the erosion of the waves under a situation of rising sea level. Peat cliffs offer a unique opportunity to see in section the evolution history of a peatland.

Wood collected in 1999 by J-Y Daigle (Peat Research and Development Centre - Shippagan) at the base of the peat unit has been dated at 3635 ± 50 years BP (BGS 2181). The wood was overlain by 190 cm of peat, suggesting that the local rate of peat accumulation is about 0.5 mm per year. The base of the section is at about mean high sea level and storm waves actively erode the section.

The Geography Department of the University of Moncton's Shippagan Campus has been studying the Chiasson site since 1998 in an effort to better understand the dynamics of coastal erosion along peat-dominated coastlines. Permanent markers have been set up and regular surveys are carried out to measure the rate and style of coastal retreat. Rates of retreat of 1 m yr^{-1} are common along peat shorelines of the Province.

STOPS – DAY 3

PEAT MINING OPERATION, BOAT TOUR OF A COASTAL LAGOON AND SALT MARSH COMPLEX, NATURAL PEATLANDS OF KOUCHIBOUGUAC NATIONAL PARK, COASTAL SAND SPIT AND ASSOCIATED SALT MARSH IN BOUCTOUCHE.

Introduction

The group will be split in two for the morning: one group will visit a coastal lagoon and salt marsh complex, the other will be taken to a peat extraction site operated by *La Compagnie de Tourbe Fafard ltée / Fafard Peat Moss Company Ltd* (Stops 3-1A and B, Fig. 11).

The two groups will later rejoin for lunch. In the afternoon, we will travel south, across the Miramichi River, to Kouchibouguac National Park, where we will visit the Park's Headquarters and tour a natural peatland (Fig. 13).

The trip will then continue south to Bouctouche[5] for a visit of the *Irving Eco-Centre - La Dune de Bouctouche*. The day will end in Moncton.

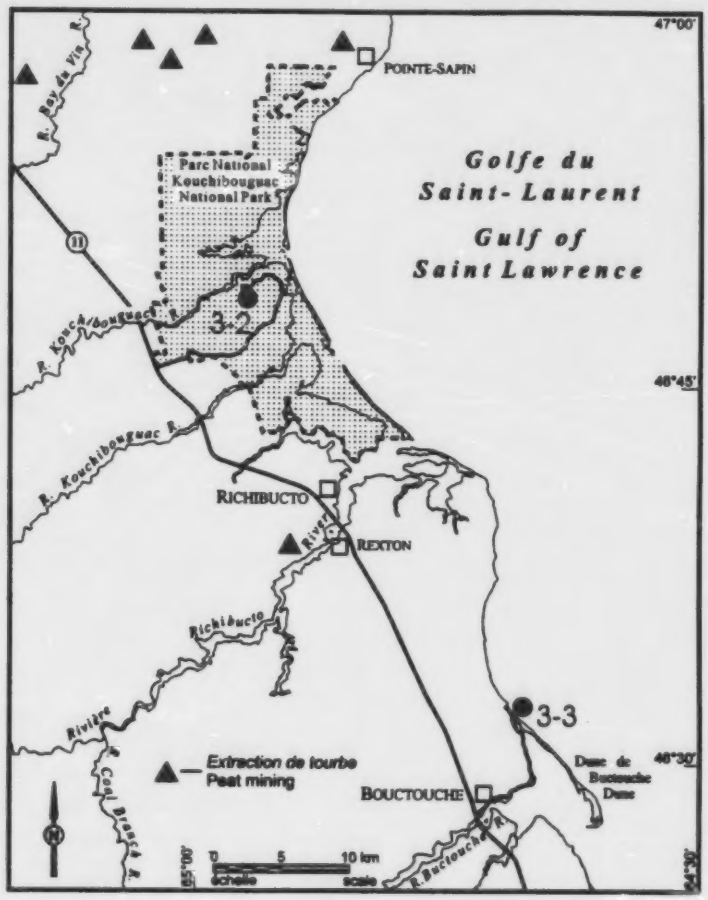


Figure 13. Itinerary - afternoon of Day 3

STOP 3-1A : TOUR OF THE POKEMOUCHE LAGOON

Leaders : Lee Swanson, Gilles Godin

Purpose : To observe the fauna and flora of a coastal salt marsh and lagoon system.

DESCRIPTION

The Baie de Petit Pokemouche[6] coastal marsh is subject to a micro-tidal regime and it supports a variety of flora and fauna. The area is relatively undisturbed and many shorebirds can be seen, particularly now during migration.

---

[5] *Bouctouche comes from a Micmac word, Puktusk, which means "big small harbour" or "small bay protected from the winds" (Gaudet, 1998).*

[6] *Pokemouche means "salt water that extends inland". In Micmac, Pokomoochpetooaak (Gaudet, 1998).*

At this site, we will split into two groups, and while one group tours the Baie and marsh by boat, the other group will investigate the area by land. Everyone will be able to participate in both activities. The group on land will initially hike along the beach and look for seabirds and shorebirds. In addition, we will likely see Common Tern, Arctic Tern, Great Black-backed Gulls, Herring Gulls, and Ringed-billed Gulls. Binoculars and scopes will be available, as well as a bird expert.

We will then cross the dune and investigate the salt marsh where we may see shorebirds feeding, such as Black-bellied Plover, as well as waterfowl such as American Black Duck, American Green-winged Teal, Blue-winged Teal, American Widgeon, and Canada Goose to name a few. This marsh has a "text book" zonation of salt marsh flora, from low marsh dominated salt-water cord grass (*Spartina alterniflora*), to high marsh dominated salt-meadow grass (*Spartina patens*), to the dune species. The low marsh also contains algae species and eel grass (*Zostera marina*). The high marsh contains additional species such as glasswort (*Salicornia europaea*), sea-milkwort (*Glaux maritima*), goose-tongue (seaside plantain) (*Plantago maritima*), sea lavender (*Limonium nashii*), and seaside goldenrod (*Solidago sempervirens*), with pockets of *Juncus* species. The dune has species such as dune grass (*Elymus arenarius*), beach grass (*Ammophila breviligulata*), sea lovage (*Ligusticum scothicum*), silverweed (*Potentilla anserina*), and beach-pea (*Lathyrus japonicus*).

The boat tour will explore the lagoon and salt marsh, looking at flora and fauna. Bird species may include those listed above for the land tour, as well as Great-blue Heron, Osprey, Bald Eagle, and Sharp-tailed Sparrow. Common mammal species include red fox, muskrat, and coyote. Salt marshes in New Brunswick provide habitat for a number of marine fish species including striped bass, gaspereau, smelt, sturgeon, shad and mummichogs (*Fundulus heteroclitus*). Of course, we will likely meet some of our most popular salt marsh inhabitants, *Aedes sollicitans*, the salt marsh mosquito!

STOP 3-1B: VACUUM PEAT MINING OPERATIONS

Leader : Laurent Boudreau, Jacques Thibault

Purpose : To observe the method of peat mining and the processing activities typical of the New Brunswick peat industry.

DESCRIPTION

Fafard Peat Moss Company Ltd. operates on the Green Point Bog (Peatland 532), just south of Inkerman (Fig. 11). The company, which has operations at four other sites in New Brunswick, was the first to establish a commercial operation in the province, near Shippagan, in 1942. The company markets its products principally in the USA but also on the Canadian domestic market and in Japan.

The total area of this coastal peatland is 595 ha of which about 350 ha is in production. The site has been commercially operated since 1955. The bog is mainly open with a shrubby *Sphagnum* cover and black spruce near the margins. The maximum depth is 6.4 m and over 90% of the total volume of peat consists of pure *Sphagnum* with scattered small lenses of shrubby-*Sphagnum*. The remainder is a well humified basal sedge peat layer averaging less than 1 m in thickness (Fig. 7). The surface of the bog slopes away from the central dome to north and south. The ditching system directs water southerly towards the South Pokemouche River and easterly towards the Gulf of St. Lawrence. A system of sedimentation ponds has been constructed to reduce the sediment load of the water leaving the site. In places, the underlying base of the peatland is as much as 2 m below sea level.

Mining of the peat

During the production season (May to September), the surface of the fields is harrowed to encourage drying of the surface layer of peat. When the surface peat reaches about 50% moisture, vacuum collectors pass over the fields and remove the dry peat fibers (Fig. 14). The height of the vacuum nozzles can be adjusted for selective harvesting of the driest peat. At the end of the field, the peat collected is unloaded and formed

into stockpiles by tractor loaders. Each field is vacuumed about thirty times per production season; the actual number varies according to the climatic conditions.

Packaging of peat

From the stockpiles in the field, the loose peat is loaded into wagon containers and brought to the plant where it is first screened to remove unwanted twigs and roots. Further screening may be done to produced the desired granulometric grade.

The peat is then transported by conveyor to a holding tank located above the bagging presses. Empty polyethylene bags are slipped on the lower part of a form box. The box is closed and a measured volume of peat is dropped into a tube and compressed by a piston (usually by a factor of 2 to 1). The cycle ends with the opening of the box, sealing of the bag, which is then moved on a conveyor belt that leads to a waiting truck or to the stockyard. Today, the bagging process is generally automated. Large sizes are handled by forklifts.

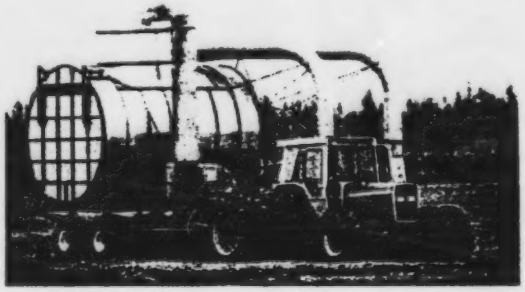


Figure 14. Vacuum harvester.

Uses of peat

Peat is a multi-faceted commodity that has a variety of usage. Its principal usage, however remains associated with horticultural and agricultural applications, where its special physical and chemical characteristics make it the ideal soil conditioner.

STOP 3-2: PEATLANDS OF KOUCHIBOUGUAC NATIONAL PARK

Leader : Éric Tremblay

Purpose : To observe the vegetation zones across a typical domed bog.

DESCRIPTION

After lunch, we will travel south and across the Miramichi[7] River to Kouchibouguac National Park, which is operated by Parks Canada. The park is an intricate blend of coastal and inland habitats with beaches, sand dunes, salt marshes, rivers, forests and fields. In 1971, an area near Richibucto was set aside for Kouchibouguac National Park. The name was taken from Kouchibouguac River, which was derived from the Micmac expression Pijeboogwek, 'river of the long tideway'. The Park is 23,880 ha in size, 18 percent of which is marine habitat. In addition, the Park contains approximately 204 km of shoreline, consisting of marine, lake, river and estuarine habitats. We will stop at the visitors' centre and park interpreters will introduce us to the Park.

The park interpreters will then take us to Kellys Bog, one of the peatlands found in the Park, where we will have the opportunity to walk through the bog on a boardwalk and observe the flora and fauna. The Park bogs (approximately 4,970 ha) are typical of the region, originating from the accumulation of peat in shallow depressions, approximately 5,000 years ago. The bogs are characterized by ericaceous shrubs and peat deposits have been measured at up to 6 m deep on the dome. Mammals using the bog may include white-tailed deer, moose, black bear, coyote, mink, weasel, and several shrew, mice and mole species.

---

[7] *The name "Miramichi" appears to come from the Montagnais word "Maissimeuassi", which means "land of the Micmacs". The name would have been given to the river by Jacques Cartier in 1535 (Gaudet, 1998).*

STOP 3-3: COASTAL SAND SPIT AND ASSOCIATED SALT MARSH

Leader : Irving Eco-Centre naturalists, Lee Swanson, Jacques Thibault

Purpose : To observe the natural habitats associated with a sand spit and salt marsh system.

DESCRIPTION

The Irving Eco-Centre at La Dune de Bouctouche (*Bouctouche sand spit complex*) preserves one of the few remaining undeveloped, large sand barriers on the northeastern coastline of North America. The Eco-Centre, developed by *J.D. Irving Limited*, opened in 1996 with 89,000 visitors the first year. The purpose of the Eco-Centre is to protect the natural sand spit / salt marsh ecosystem while providing opportunities for the public to learn about dune ecology and for scientists to conduct research. At the site, Eco-Centre interpreters will guide us on a walking tour of the dune and the salt marsh. The dune currently supports five pairs of the endangered Piping Plover, which we may be lucky enough to observe.

The Bouctouche Bay complex offers a unique environment for the study of littoral and estuarine sedimentation. It encompasses within a 33 km² area, a drowned river estuary, a coastal lagoon and marsh, and a very well developed complex recurved spit (Thibault, 1978). A spit is one type of depositional barrier that forms at the downdrift end of a littoral cell (Ollerhead and Davidson-Arnott, 1995). The Bouctouche spit is an elongated, 11 km long coastal landform, with a narrow proximal section, characterized by a single foredune that is prone to overwash, and a much wider prograding distal section which is characterized by a well-developed foredune backed by a series of relict foredunes.

The Bouctouche spit probably formed during the past 2000 years and the surviving dunes at the distal end formed over the last 800 years (Ollerhead *et al.*, 1994). Since 1945, the distal end of the Bouctouche spit has not prograded or extended measurably. This is because the spit's present vertical growth rate is equal or less than the rate of relative sea-level rise (Ollerhead and Davidson-Arnott, 1994). The spit is now in a limited sediment supply situation. Sediment is being eroded from the centre section, transported to the distal end, and then carried away by ebb-tidal currents. The centre section of the spit will likely breach within the next hundred years. When this happens, the distal end will suffer significant erosion and may be destroyed. After this, the cycle of rebuilding and landward migration would likely start again at a new location landward of the present spit as relative sea level continues to rise (Fig. 15). The key to understanding Bouctouche Spit's long-term evolution is the recognition that it is migrating landward both by continuous processes like overwash, and by the more discrete and catastrophic process of overstepping (Ollerhead and Davidson-Arnott, 1994).

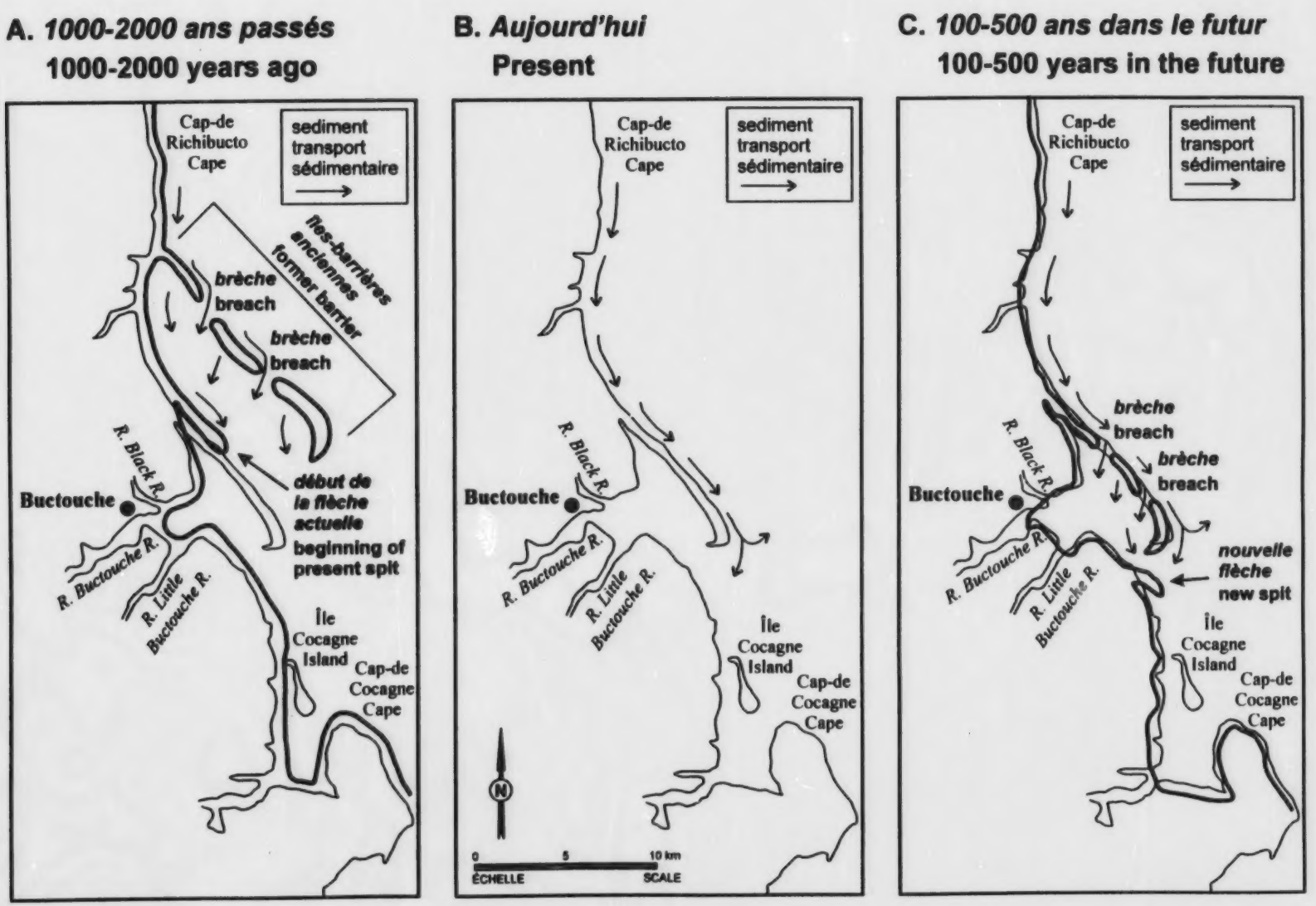


Figure 15. Evolution of the Bouctouche sand spit.

STOPS – DAY 4

SALT MARSHES OF THE BAY OF FUNDY AND SEDIMENT DYNAMICS OF A MACROTIDAL ENVIRONMENT.

Introduction

The Bay of Fundy is a northeastward extension of the Gulf of Maine. Because this system is bypassed by the Gulf Stream, waters are colder than those found along the Atlantic Coast of New Brunswick. Fundy is most famous for its extreme tides. The tidal range actually increases from the mouth of the Bay (~6 m) to the rivers at its head where extreme tides are as high as 22 m, the greatest in the world.

STOP 4-1: WOOD POINT MARSH: MODERN SALT MARSH – VEGETATION AND SEDIMENT DYNAMICS

Leader : Gail Chmura

Purpose : To examine a salt marsh landscape and observe how plants have adapted to a macrotidal regime.

DESCRIPTION

Take route 935 south from Sackville. Stop near house no. 773 between Allen Creek and the next creek to the north (Fig. 16). The bus will park on an open lot on the marshward (eastern) side of the road. Please take caution as permanent sediment monitoring stations are in place in the local marsh. We will avoid them by entering the marsh from the roadside slope north of the unnamed creek. Boots are necessary as this trip will be quite muddy. The mud on the creek banks is very soft and difficult to cross. It is best to traverse creeks at their upper reaches where they are narrow enough to step across. Our walk will allow us to observe the plant communities typical of Fundy salt marshes.

Plant Adaptations to the Salt Marsh Environment

The receding tides expose extensive intertidal mudflats, which are particularly prominent in the upper Bay. Lying at an elevation just above the intertidal flats, in sheltered coves and along tidal streams are salt marshes. Today the 9,202 ha (Hanson and Calkins, 1996) of salt marsh along the New Brunswick and Nova Scotia shores of the Bay of Fundy are thought to constitute as little as 15% of the original marsh area present before European settlement and dyking.

The salt marshes here have much in common with salt marshes to the south which have been more extensively studied (see reviews by Bertness 1999, Teal 1985, and Nixon 1982). The vegetation is dominated by herbaceous vegetation, primarily grasses. Along the western Atlantic, from the Georgia coast to the Bay of Fundy, the two most important grasses are salt marsh hay (*Spartina patens*) which dominates the high marsh and cordgrass (*Spartina alterniflora*) which is dominant in the low marsh (Fig. 6). These and other species have special adaptations that allow them to survive in saline, as well as flooded soils. During tidal flooding, plants at lower elevations are submerged, presenting a challenge to respiration. *Spartina alterniflora* can switch to anaerobic metabolism (alcoholic fermentation), thus respire without oxygen, but at a substantial cost to the plant's energy reserves and productivity (Mendelssohn *et al.*, 1981 and 1982). In addition, one by-product (ethanol) of anaerobic metabolism is a phytotoxin, which is released into the rhizosphere. As soils become anaerobic, bacteria reduce sulfate (carried by seawater) to sulfide, another phytotoxin. The stress induced by poorly drained soil may be reflected in stunted plant forms and decreased

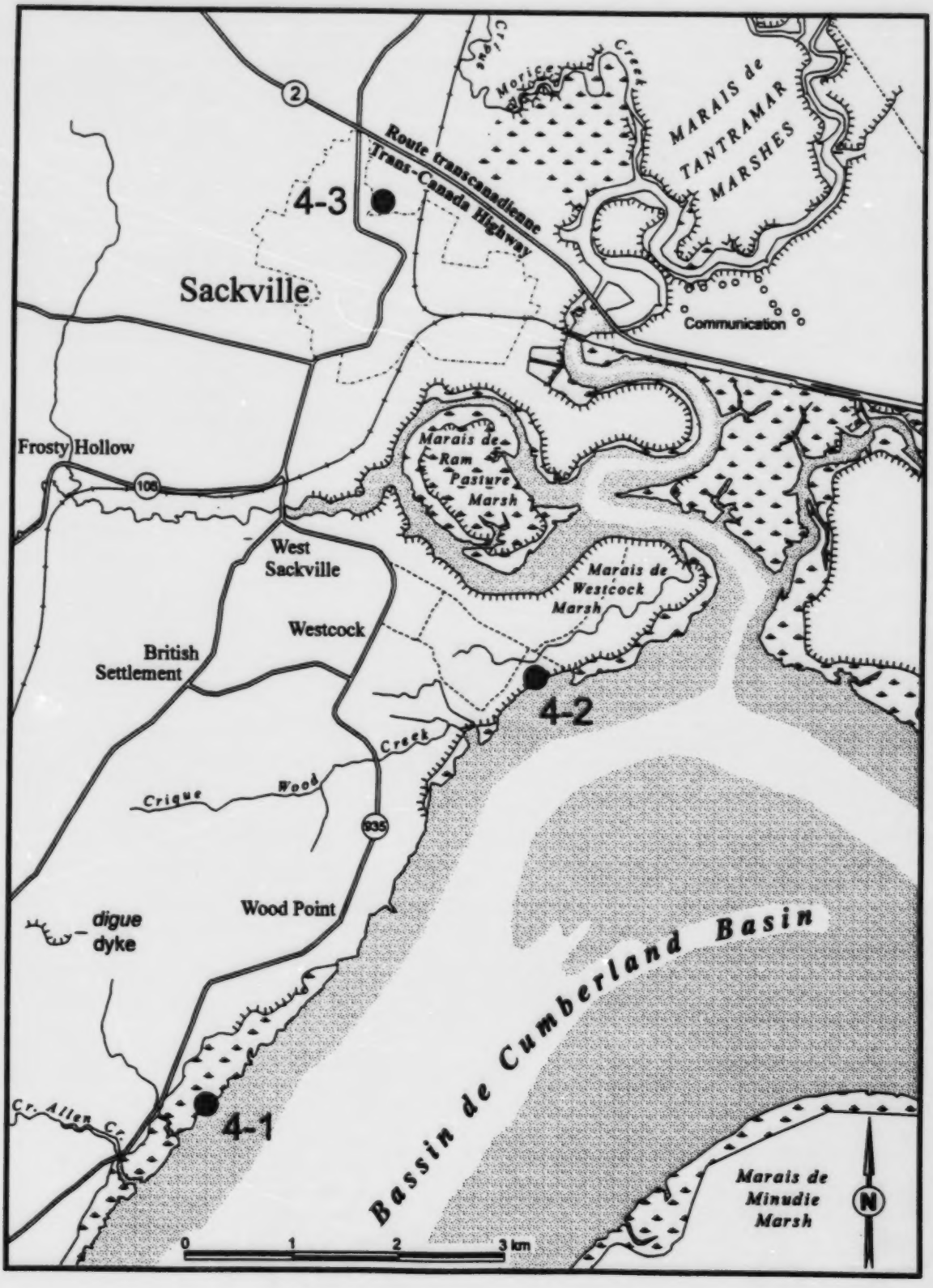


Figure 16. Map of stops for salt marsh and dykelands tour, Sackville area, New Brunswick.

productivity. However, many of the salt marsh plants have a special tissue, aerenchyma[8], which allows passive diffusion of oxygen from leaves through stems to the rhizosphere where soil toxins are oxidized and changed to a benign form (Mendelssohn *et al.* 1981 and 1982). In addition to its deeper structures, *Spartina alterniflora* also produces roots (seen coming off the stem above the rhizome) near the soil surface, which is more likely to be oxidized.

The salt in soils of the marsh creates an osmotic potential, which produces a drought-like situation. Thus, salt marsh plants have additional structural and physiological adaptations common to desert plants. Many plants are also taxonomically related to desert plants, with the family *Chenopodiaceae* well-represented.

There are many strategies to deal with high soil salinity. Most salt marsh plant tissues contain high concentrations of solutes to minimize osmotic water loss through the roots. Many plants (e.g., *S. alterniflora* and *Atriplex patula*) have salt glands, which concentrate and excrete salt from the surface of the leaf[9]. Succulence is another "desert" strategy common in salt marsh plants. It is best observed in *Salicornia*, which has no leaves, and simply a swollen photosynthetic stem. *Salicornia* protects itself from salt by storing it in separate cell compartments (vacuoles). This plant is edible, best early in summer, and sold commercially in Europe. Try it here at Wood Point – it has a nice, salty taste!

One way to deal with droughty conditions is to avoid water loss, accomplished by two physiological adaptations. A number of salt marsh grasses (e.g., the *Spartinas*) are C-4 plants. Thus, they have an additional photosynthetic pathway that makes them more efficient at trapping CO_2, reducing the period that stomata must be open. This is an advantage as gaseous H_2O is lost through the stomata. Other species, such as *Salicornia*, have a CAM (Crassulacean Acid Metabolism) strategy, which includes the C-4 plant pathway, but CAM plants also have the ability to store CO_2, thus can limit their uptake of CO_2 to evenings when less moisture will be lost through the stomata. The CO_2 is stored until plants can use it in photosynthesis the next day.

Salt Marsh Vegetation Zonation

Rather than sloping gradually to the mud flat the low marsh/mudflat border is abrupt in the form of an erosive scarp (as high as 2 m). The low marsh is typically a monospecific stand of *Spartina alterniflora*, salt marsh cordgrass, the lower portion of which is flooded by every tide. Associated with the cordgrass are epiphytic blue-green algae and often a mat of brown algae anchored in the sediments at the base of the cordgrass stems. Along the river edge, the cordgrass is quite short, particularly in comparison to that on the creekbanks in the interior of the marsh. In the Bay of Fundy, even the tallest of cordgrass is shorter than its southern counterparts, which seem to increase in height with decreasing latitude.

Vegetation of the high marsh is a mosaic of forb and grass-dominated communities. The most common species that are locally dominant are the grass *S. patens*, or forbs such as *Plantago maritima*, *Salicornia europaea* and *Triglochin maritima*. The black rush, *Juncus gerardi* may be dominant in areas of higher elevation such as bedrock outcrops. Here, at Wood Point, a sedge, *Scirpus maritimus*, grows along the upland border, probably because of fresh water seepage. Other species, which are common in the high marsh, but seldom dominant in terms of cover or standing crop, are the forbs *Atriplex patula*, *Glaux maritima*, *Sueada maritima*, *Spergularia canadensis*, *Limonium nashii*, and the grass *Puccinellia maritima*. In some Fundy marshes, between the widely recognized high and low marsh is a zone which may be considered "middle marsh", where *Plantago maritima* dominates (Chmura *et al.*, 1997).

Salt marsh plant communities provide a great example of the ecological paradigm that explains distribution of a plant species on an environmental gradient. One side of a species' distribution is limited by its tolerance for stress in the direction of increased stress (in the salt marsh it is likely the lower elevation). On the other side, in the direction of decreased stress, the species' dominance is limited by its ability to compete with other species (Pielou and Routledge, 1976). In the salt marsh, the seaward, or lower limit of a specie's dominance is determined by its tolerance to stresses associated with tidal flooding. During average spring high tides the water depth over the low marsh may exceed 2 m and the high marsh 0.5 m, but at neap tides only the lower

[8] *The large, thin-walled cells of aerenchyma tissue can be observed with a hand lens on a cross-section of stem.*

[9] *One can sometimes observe the salt crystals on the surface of the leaf, but here at Wood Point they may be obscured by Fundy mud.*

reaches of the marsh are flooded (van Proosdij *et al.*, 1999). This results in an obvious vertical zonation of vegetation in Fundy marshes (Fig. 17). Upon close examination, however, vegetation of the high marsh often appears to be distributed in a patchwork mosaic. Careful topographic surveys of plant communities in the outer Bay have shown that irregularities in marsh vegetation patterns are often due to variability in elevation of the marsh, on a scale of centimetres (Chmura *et al.*, 1997). Such minor variations may not be immediately apparent as one walks across the marsh surface.

Plant Productivity

Salt marsh energy flow and production patterns have been extensively studied in North America, and salt marshes have been attributed with a high rate of net production relative to other ecosystems. Most of this work has focussed on *S. alterniflora*. In a review of the early literature on salt marsh macrophyte production, Turner (1976) reported an overall north-south gradient (27 — 45° N), with aboveground production decreasing with increasing latitude. However, more recent studies of end of season standing crop of *S. alterniflora* in seven marshes along the Bay of Fundy have produced results with as much variability as present in Turner's original data set (Chmura, unpublished data). Our results, however, are consistent with findings that of the marsh dominants, *Spartina alterniflora* has the greatest production per unit area (Table 1).

Table 1. Net primary production (g dry weight/m^2) of three dominant species at Dipper Harbour salt marsh, outer Bay of Fundy (Connor, 1995).

	S. alterniflora	*S. patens*	*P. maritima*
Above ground	690	493	291
Below ground	1575	1113	648

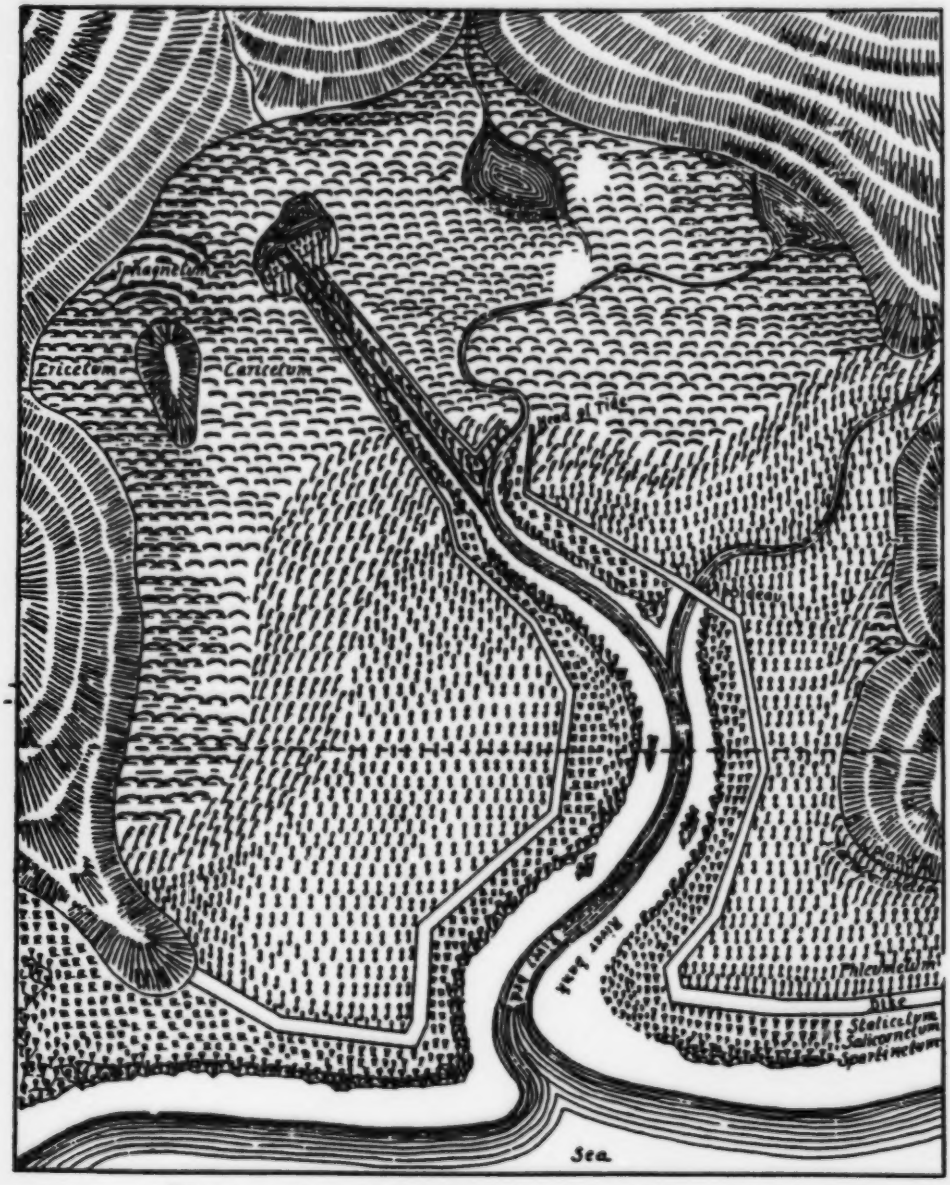
The edges of salt marshes define creeks and bays, which serve as nursery ground for larval and juvenile finfish (Shenker and Dean, 1979). The abundance of fisheries in coastal waters has led many scientist to hypothesize that salt marshes are a critical source of carbon in coastal waters; in the form of dissolved carbon or particulate detritus formed from decaying marsh grasses. It has been suggested that, relative to southern marshes, greater proportions of Fundy salt marsh production are exported by tides and winter ice, enhancing the value of these marshes to fisheries (Gordon and Desplanque, 1983; Gordon *et al.*, 1985).

Much of the organic matter produced actually becomes incorporated into marsh sediments. The high input of litter is obvious if one digs into the high marsh surface below *S. patens*. It is often difficult to determine at which depth litter ends and "soil" begins. In the low marsh, dead plant material is more likely to be removed by tidal waters and winter ice, but high rates of mud deposition in the upper Bay also result in burial of leaves and stems during the growing season. In the middle of the summer, it should be an easy matter to find buried leaves on the current year's stems of cordgrass growing on the creekbanks here at Wood Point.

Marsh accretion

At the end of the Wisconsinan glaciation the Fundy region was depressed and quickly inundated by seawater. Isostatic rebound resulted in uplift of the marine deposits, which are now found above present sea level. As isostatic adjustments ceased and sea level continued to rise, marshes began to form in the Fundy basin. The oldest continuous salt marsh deposits reported in the Bay of Fundy are ~4,000 yr. old and ~9 m deep (Scott and Greenberg, 1983).

In the Bay of Fundy sediment sources are primarily subtidal deposits of glacial origin, or derived from marine erosion of coastal bluffs located around the head of the Bay. The suspended sediment load is exceptionally high and decreases towards the mouth of the Bay. Sediments are transported by tidal floodwaters and rafting of winter ice. The latter is most obvious in spring as patches of mud or eroded peat covering the dead grass of the high marsh. Patches of mud are often first colonized by annual plants (e.g., *Atriplex*, *Salicornia* and *Sueada*) which exploit such disturbances, and thus these patches should still be recognizable later in the growing season.



Diagrammatic map of a typical portion of the marshland, showing the ideal distribution of the principal associations (excepting the Aspidetum, on which see *infra*). In the upper left hand is a lake in process of reclamation; on the river banks are represented three of the "sedge-bogs."

Figure 17. Plant zonation in a dyked salt marsh of the Chignecto Bay, Bay of Fundy (adapted from Ganong, 1903).

Salt marshes are natural sediment traps because their vegetation serves to baffle flow of tidal waters, reducing the capacity of flood waters to carry suspended sediments (Christiansen and Miller, 1983). For this reason the amount of mineral sediment in marsh soils is related to the hydroperiod, or flooding (Fig. 18). In this region the high tidal range is the dominant characteristic of the hydroperiod, rather than storms which are more important on meso (< 4 m) and microtidal coasts (< 2 m). Frequency of tidal flooding is reduced with elevation and upper reaches of the high marsh are flooded less than once per month.

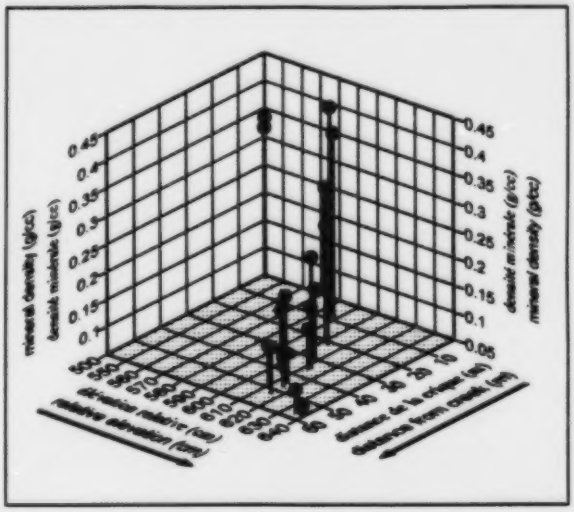


Figure 18. Relationship of mineral density to marsh elevation, at Dipper Harbour, outer Bay of Fund (Chmura, unpublished data).

Studies of surface sediment accretion in salt marshes along the New Brunswick coast show distinct patterns within marshes and among marshes. Sediment accumulation decreases with relative elevation and distance from the vegetated edge (Fig. 19). Rates of surface sediment accumulation also increase up-Bay, probably as a function of both increasing sediment supply and increasing tidal range. Rates of surface accretion in the upper Bay are exceptionally high. We have measured over 3 cm in a single year, just slightly above the aerial average of 2.2 cm per year reported by van Proosdij *et al.* (1999).

STOP 4-2: WESTCOCK MARSH

Leader : Gail Chmura

Purpose : To observe a dykeland landscape and discuss its history and geology.

DESCRIPTION

From Stop 4-1 drive north on route 935 and take the first right at Westcock. We will take the bus to the end of the paved road and walk from there, rejoining the bus further north. (The bus will return to route 935, head north, and take the next right down towards the Westcock Marsh.)

From the right side of the bus you will see, in the distance, remnants of abandoned dykes (look for rows of wooden poles). As you walk along the modern dyke you will see Cumberland Basin to the right and dyked hay fields to the left. Note the elevation difference between the marshlands and dykelands. At the time the dykes were built the interior was at a higher elevation than the area outside the dyke. The dykelands are now noticeably lower. This difference is due to two factors. As sea level rises marsh accretion continues on the seaward side of the dyke, but in absence of deliberate breaching, dykelands no longer receive sediment. In addition, the drainage and tillage of dykelands increases oxidation and decomposition of organic matter, resulting in subsidence of the old marsh surface.

We will proceed to a large aboiteau and exposed face of a marsh deposit.

Dykelands : the Beginning[10]

The first French settlement in the Bay of Fundy (*La Baye Francaise*) was established in 1605 at Port-Royal (present day Annapolis Royal) across the Bay on what is today the coast of Nova Scotia.

Dyking of salt marshes began there in the 1630s. By 1671 the first Acadian settlers became established on the shore of the Cumberland Basin, where they would be free from the focus of English attacks and "official surveillance" (by the French) which restricted trade with the New Englanders to the south. The broad expanses of high marshlands the Acadians found at the head of the Bay, particularly in the Tantramar region, were well suited to extensive reclamation.

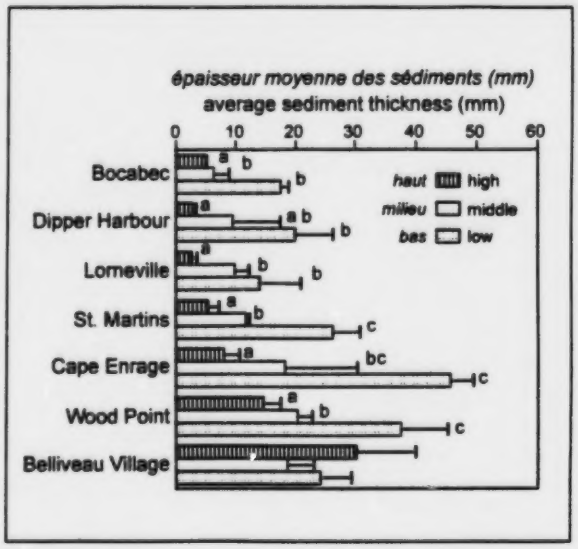


Figure 19. Accumulation of sediment over clay marker horizons in Bay of Fundy salt marshes (Chmura *et al.*, in press).

There is some debate as to the origin of the technology used in marsh reclamation. During the early 17th century Dutch engineers were bringing dyke-building techniques to various parts of France. The colonial governor, Charles de Menou d'Aulnay, would likely have been familiar with this technology and may have introduced it in the colony. Alternatively, it may have been an adaptation by settlers who came from coastal regions of France. Some of these settlers were sauniers (salters) who extracted salt from seawater by building dykes and letting the water evaporate.

Dyke Construction

Dykes were built at the transition between low and high marsh as shown in this early ecological map produced by Ganong in 1903 (Fig. 17). In the process of dyking, settlers sometimes extended tidal channels to bogs and lakes located above the salt marshes. The channels drained these freshwater wetlands and allowed transport of suspended sediments, which then filled the depressions. This form of wetland management can be seen depicted in the Ganong map of marshes in the Chignecto Bay area (Fig. 17).

The dyke joined two topographical highs (upland area) and often paralleled major tidal streams (Fig.20). The publication "Maritime Dykelands" (Province of Nova Scotia Department of Agriculture and Marketing, 1987) provides a detailed description of the dyking methods:

> *"During a period of neap tides (the lowest tides of the monthly cycle), construction began by cutting a shallow narrow trench down the middle of the proposed path of the future dyke. This 'key' locked the dyke into the marsh mud and prevented it from sliding. Without the key, salt water could seep in between the new mud of the dyke and the old mud of the salt marsh surface and separate the two altogether. A strong tide could then push the dyke – or part of it – several decimeters inland, causing a break.*
>
> *For digging the compact, wet marsh mud the Acadians used a dyking spade. Long, narrow and light it was designed to handle the heavy soil in workable amounts. Because marsh mud holds its shape so well, the straight, flat end of the spade allowed dyke builders to cut ditches and sods with flat sides.*
>
> *The second step was to cut the grass sods for the steep face of the dyke. The Acadians created the smooth sides of their dykes by digging the sods in "bricks" (permangues) 10 cm wide, with the grass side at a 30° angle."*

[10] *Insight and details on local settlement come from conversations with Dr. R. Summerby-Murray of Mount Allison University in Sackville.*

As a row of sods was placed, mud would be packed behind it from a borrow pit running parallel to the dyke. This process continued until the dyke was at its necessary height then sods were place over the other face. Dykes may also have been constructed by piling up all the earth fill before covering it with permangues.
Depending upon their location (i.e., height of the flood tide) dykes ranged from 60 cm to 2 m in height.

Dykes protected lands from flooding tides, but measures had to be taken to allow dykelands to drain. This was achieved through construction of an aboiteau, a form of tidal gate place in the bed of a stream crossed by a dyke. Basically, the aboiteau was a small wooden tunnel with a hinged door inside. The door would swing open to let the fresh water drain out, but close when tidal floodwaters pushed against it. This tunnel, or sluice, was placed in the channel of a creek bed and covered with layers of spruce brush and tramped–down marsh mud until the channel was blocked to the same level as the top of the dyke. Aboiteaux became so central to dyking that the colonists came to call their entire system of reclamation Les Aboiteux. The traditional way of dyking, using hollowed logs for sluices, continued throughout the last part of the 17th century, when saw mills enabled use of squared timbers and larger sluices.

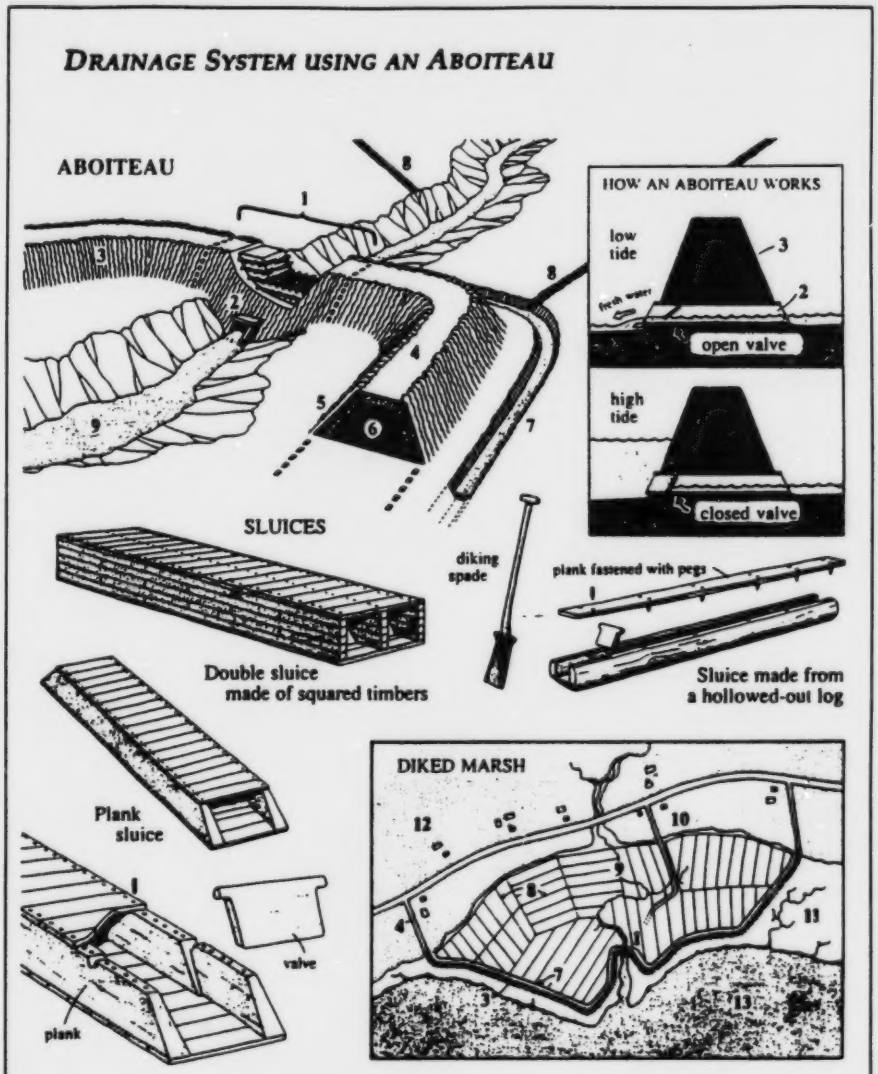


Figure 20. 1 - Aboiteau. This term designates not only the sluice but also the part of the dyke which crosses the stream. Here, the dyke is reinforced by fir trees laid transversally with alternate layers of clay soil. 2 - Sluice. 3 - Levee or dyke. 4 - Road or path along the top of the dyke. 5 - Dyke facing made of sod. 6 - Earthen core (made of soil dug from the marshlands). 7 - *Contre-ceinture*. 8 - Drainage ditch. 9 - Stream. 10 - Road leading into the marshlands. 11 - Salt marsh. 12 - Dwellings on higher terrain. 13 - River or bay. (LeBlanc and Leblanc, 1995).

To enhance drainage of the dyked land a network of parallel ditches were dug, approximately 20 m apart. The area between ditches was called a dale. Ditches and dales are a prominent feature of today's dyked landscape. You can see a number of parallel drainage ditches in the dykelands present at Westcock Marsh.

Dykelands were naturally productive, required no fertilizer, and had relatively few stones. The Acadians almost completely ignored farming upland areas except as sources of timber or game. Bezanson (1996) writes:

> *"Dyked land would often be owned by several individuals, with both the work and the harvest being shared. This was a reasonable cultural adaptation as it distributed resources more equally and shared risk of crop failure or loss due to dyke breaches or New England raiders. This practice also allowed individual lots to be taken out of production periodically to allow replenishment of fertility by breaching the dykes and allowing the tides to deposit rich Fundy mud on the field. This process would necessarily be followed by several years of unproductive leaching as the salt is removed from the soil."*

Post Acadian Dykelands

The Acadians tried to remain neutral as French and English battled over Canadian lands (Bezanson, 1996). After English conquest, Acadian agriculture was essential for supply of English troops. However, Acadians were pressed, and refused, to take an oath of allegiance to the English Crown, which resulted in the eventual expulsion of most Acadians from the Fundy area starting in 1755.

After the expulsion of the Acadians dykes fell into disrepair because the settlers that immediately followed were less interested in dykeland style agriculture. In the Tantramar region these settlers were the "Planters" (an old English word for colonist), migrants from New England. The Planters' mode of land allocation included a shared village common, with allocated sections of woodland, upland and marshland. These Planters valued marshlands primarily as a source of hay (*Spartina patens*) for cattle.

Soon after the arrival of the Planters, came the Yorkshire settlers who were familiar with farming the wet fenland in England. Dykeland agriculture was then renewed and dykes again maintained.

The economic value of dykeland agriculture probably reached its peak in the early 20th century (Bezanson, 1996). Dykelands continued to produce large quantities of hay that not only supported livestock production, but was marketed as feed for draft animals in coal mines, lumber camps, and even to the city of Boston for town horses. However, the "hay days" were gone with introduction of mechanized transportation following World War I when hay prices plummeted. The Great Depression compounded the situation, leading to land abandonment, decreased maintenance of the dykes, and eventually dyke failure.

In 1948, the Maritime Marshlands Rehabilitation Act (MMRA) was passed to help maintain and reclaim the dykeland through cost-sharing agreements that were to split expenditures equally between the Federal and Provincial governments and landowners. Modern construction methods, using heavy machinery, allowed construction of larger and stronger dykes. In total, the MMRA provided protection to over 32 800 ha at an average cost of $640 per hectare. Despite this, agriculture has continued to decline on the dykelands. Some problems are the cost of specialized machinery needed for the small-size of parcels and soft soil, compounded by a dispersed pattern of land ownership. Results of the 1966 census showed that in the Sackville area, hay and pasturage were the most common agricultural uses of dykelands, but yield and quality was lower than on upland.

Sea level continues to rise in the Bay of Fundy, threatening the dykelands. Funds are required for continued dyke maintenance and it will probably be necessary to raise the height of some dykes, but there are apparently no comprehensive studies addressing this issue. There is an active debate about the cost-benefit of dyke maintenance and agricultural return. Does the value of the agricultural land outweigh the cost of dyke maintenance? Although the primary use in the Westcock area is hay, dykelands in other areas are used for tilled cropland and even turf farms. The value of these may shift the cost-benefit ratio. In some areas there is

little question about the value of dyke maintenance. Dykes protect critical infrastructure, such the Trans-Canada highway, and communication towers.

STOP 4-3: SACKVILLE WATERFOWL PARK

Leader : Al Hanson and Lee Swanson

Purpose : Guided visit of this man-made waterfowl park and lunch stop.

DESCRIPTION

Sackville Waterfowl Park is only 21 ha in size, however it contains a wide diversity of waterfowl at close proximity to observers. The Park is also the home to the Atlantic Regional office of the Canadian Wildlife Service, Environment Canada. We will explore the Park on over 3 km of boardwalk trails leading us through stands of trees, alder and cattail, and over expanses of open water. Common vegetation species in the open water area of the marsh include wild rice, pondweed, cumeate-leaved arrow-leaf, common arrowhead, giant bur-reed, broad leaved cattail, and narrow leaved cattail. Other examples of vegetation found in the Park include sweet grass (*Hierchloe odorata*), fireweed (*Epilobium angustifolium*), horsetail (*Equisetum arvense*), sensitive fern (*Onoclea sensibilis*), cinnamon fern (*Osmunda cinnamomea*), interrupted fern (*Osmunda claytonia*), meadow rue (*Thalictrum polygamum*), blue flag iris (*Iris versicolor*), and bluejoint (*Calamagrostis canadensis*).

A total of 160 bird species have been reported within the Park, of which 26 have been confirmed breeding (Ellingwood, 1992). Waterfowl, marsh birds and shorebirds are the predominate species in the marsh. Most species can be easily seen while hiking the short trails. Breeding species include: Pied-billed Grebe, American Bittern, Green-winged Teal, Mallard, Blue-winged Teal, Northern Shoveler, Gadwall, American Widgeon, Ring-necked Duck, Sora, American Coot, Killdeer, Common Snipe, Alder Flycatcher, Eastern Kingbird, Purple Martin, Tree Swallow, Black-capped Chickadee, American Robin, European Starling, Yellow Warbler, Common Yellow-throat, Song Sparrow, Swamp Sparrow, Red-winged Blackbird, Common Grackle, and American Goldfinch. Summer and fall visitors may include Greater and Lesser Scaup, Ruddy Ducks, Red-breasted Merganser, Wood Duck, Semi-palmated Sandpiper, Greater and Lesser Yellowlegs, Dowitchers, Dunlin, and Wilsons Phalarope.

Acknowledgements

Gilles Godin, Matthew G. Hatvany, Michel Savard, Éric Tremblay, Maureen Toner, François Quinty, Nathalie Kinnard, Line Rochefort, Jean-Yves Daigle, Al Hanson and Caroline Roussel. Special thanks to Phil Evans who drafted all the figures and maps.

References

Beach, H. (editor) 1988. The resources of Kouchibouguac National Park: resource description and analysis. Kouchibouguac National Park, Environment Canada – Parks.

Bertness, M.D. 1999. Chapter 7 Salt marsh communities, pp. 313-376 In: The ecology of American shorelines. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts.

Bezanson, N. 1996. Background report: an historical geography of Tantramar's heritage landscapes. Heritage Branch, Dept of Municipalities, Culture and Housing & Tantramar District Planning Commission, Sackville, New Brunswick.

Chmura, G.L., Chase, P. and Bercovitch, J. 1997. Climatic controls on the middle marsh zone in Fundy salt marshes. Estuaries 20(4):689-699.

Chmura, G.L., Coffey, A. and Crago, R. *in press*. Variation in surface sediment deposition on salt marshes in the Bay of Fundy. Journal of Coastal Research.

Christiansen, C. and P.F. Miller. 1983. *Spartina* in Mariager Fjord, Denmark: the effect on sediment parameters. Earth Surface Processes and Landforms 8:55-62.

Connor R. 1995. A carbon budget for a Bay of Fundy salt marsh. M.Sc. thesis, McGill University.

Ecological Land Classification Working Group. In preparation. Our Landscape Heritage: Ecological Land Classification in New Brunswick [CD-ROM]. ISBN: 1-55236-220-5. Fredericton, N.B.: New Brunswick Department of Natural Resources and Energy.

Environnement Canada 1993. Normales climatiques au Canada, 1961-1990. Provinces de l'Atlantique. Service de l'environnement atmosphérique. Ottawa, Ontario.

Ganong, W.F. 1903. The vegetation of the Bay of Fundy salt and dyked marshes: an ecological study. Botanical Gazette 36:161-186, 280-302, 349-367, 429-455.

Ganong, W.F. 1906. On semi-fossil Walrus bones from Miscou and elsewhere in New Brunswick. Bulletin of the Natural History Society of New Brunswick. Bulletin 5:24, p. 462-465.

Gaudet, A. 1998. Que signifient les noms indiens de ces villes et villages des Provinces Maritimes. Les Éditions La Grande Marée, Tracadie-Sheila, 1995. 82 p.

Gauthier, J., Lehoux, D. and Rosa, J. (1980), Les marécages intertidaux dans l'estuaire du Saint-Laurent. Environnement Canada: Service Canadien de la faune (février).

Gordon, D.C., Jr. and Desplanque, C. 1983. Dynamics and environmental effects of ice in the Cumberland Basin of the Bay of Fundy. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 40:1331-1342.

Gordon, D.C., Jr., Cranford, P.J. and Desplanque, C. 1985. Observations on the ecological importance of salt marshes in the Cumberland Basin, a macrotidal estuary in the Bay of Fundy. Estuarine, Coastal and Shelf Science 20:205-227.

Grant, D.R. 1970. Recent coastal submergence of the Maritime Provinces, Canada. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 7, no. 2, p. 676-689.

Hatvany, M. 1997. Un paysage agraire original: Les aboiteaux de Kamouraska. In: Courville, ed, Atlas historique du Québec: Le territoire, Ste-Foy, Québec, Les presses de l'Université Laval, p. 64-65.

Hanson, A. and Calkins, L. 1996. Wetlands of the Maritime Provinces: revised documentation for the wetlands inventory. Technical Report 267, 67 p. Canadian Wildlife Service, Atlantic Region, Sackville, New Brunswick.

Keys, D. and Henderson, R.E. 1987. An investigation of the peat resources of New Brunswick. New Brunswick Department of Natural Resources and Energy, Minerals and Energy Division, Open File Report 83-10, 228 p.

Korpijaakko, M.L. 1976. On the geobotanical and paleontologic development of muskeg in New Brunswick. Unpublished Ph.D. thesis, University of New Brunswick, Fredericton, New Brunswick, 154 p.

Kranck, K. 1972. Geomorphological development and post-Pleistocene sea level changes, Northumberland Strait, Maritime Provinces. Canadian Journal of Earth Sciences, v. 9, p. 835-844.

LeBlanc, B.V. and LeBlanc, R.-G. 1995. Traditional material culture in Acadia. pp. 577-624 In: Daigle, J. (ed.). Acadia of the Maritimes (translation of L'Acadie des Maritimes: études thématiques des débuts à nos jours. Université de Moncton, Moncton, New Brunswick.

Loucks, O.L. 1962. A forest classification for the Maritime provinces. Proceedings of The Nova Scotian Institute of Science, 25: 86-167.

Mendelssohn, I.A., K.L. McKee, and M.T. Postek. 1982. Sublethal stresses controlling *Spartina alterniflora* productivity. pp. 223-242. In: Gopal, B., R.E. Turner, R.G. Wetzel and D.F. Whigham [Eds.] Wetlands: Ecology and Management. National Institute of Ecology, Jaipur, India.

Mendelssohn, I.A., K.L. McKee, and W.H. Patrick, Jr. 1981. Oxygen deficiency in *Spartina alterniflora* roots: metabolic adaptation to anoxia. Science 214:439-441.

Michaud, L. 1985. Étude spatiale et écologique des types stratigraphiques de tourbières au Nouveau-Brunswick. Unpublished M.Sc. thesis, University of Ottawa, Ottawa, Ontario.

National Wetlands Working Group. 1988. Wetlands of Canada. Ecological Land Classification Series No. 24. Sustainable Development Branch, Environment Canada, Ottawa, Ontario and Polyscience Publications Inc., Montréal, Québec. 452 p.

Nixon, S.W. 1982. The ecology of New England high salt marshes: a community profile. Biological Report 81(55). U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.

Ollerhead, J. and Davidson-Arnott, R.G.D. 1994. Bouctouche Spit, New Brunswick, Canada. In: Canadian Landform Examples. The Canadian Geographer, 39:3, p. 274-282.

Ollerhead, J. and Davidson-Arnott, R.G.D. 1994. The evolution of Buctouche Spit, New Brunswick, Canada. Marine Geology 124, p. 215-236.

Ollerhead, J., Huntley, D.J. and Berger, G.W. 1994. Luminescence dating of sediments from Buctouche Spit, New Brunswick. Canadian Journal of Earth Sciences, 31, p. 523-531.

Pajunen, H. 1981. Turvetormia Kanadan Itarannikolla (Peat cliffs on the eastern coast of Canada). Terra, 93:3, p. 91-97.

Phillips, D. 1990. Les climats du Canada. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa. N° de catalogue En56 - 1/1990F, 176 p.

Pielou, E.C. and Routledge, R.D. 1976. Salt marsh vegetation: latitudinal gradients in the zonation patterns. Oecologia (Berlin) 24:311-321.

Prest, V. 1973. Surficial deposits of Prince Edward Island. Geological Survey of Canada, Map 1366A.

Province of Nova Scotia Department of Agriculture and Marketing, 1987. Maritime Dykelands.

Rampton, V.N., Gauthier, R.C., Thibault, J. and Seaman, A.A. 1984. Quaternary Geology of New Brunswick. Geological Survey of Canada, Memoir 416, 77 p.

Robert, É. 1997. Régénération spontanée de deux tourbières ombrotrophes anciennement exploitées. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Département de phytologie, 83 p.

Robichaud, D. 1989. De Moscou à Miscou. La Revue d'histoire de la Société historique Nicolas-Denys. 17:2, p. 47-74.

Scott, D.B. and Greenberg, D.A. 1983. Relative sea-level rise and tidal development in the Fundy tidal system. Canadian Journal of Earth Sciences 20:1554-1564.

Scott, D.B., Boyd, R. and Medioli, F.S. 1987. Relative sea-level changes in Atlantic Canada: observed level and sedimentological changes vs. theoretical models. In: Sea-level fluctuation and coastal evolution, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication No. 41, p. 87-96.

Seaman, A.A., Broster, B.E., Cwynar, L.C., Lamothe, M., Miller, R.F. and Thibault, J.J. 1993. Field guide to the Quaternary geology of southwestern New Brunswick. New Brunswick Department of Natural Resources and Energy, Minerals and Energy Division, Open File Report 93-1, 102 p.

Shenker, J.M. and J.M. Dean. 1979. The utilization of an intertidal saltmarsh creek by larval and juvenile fishes: abundance, diversity and temporal variation. Estuaries 2(3):154-163.

Teal, J. 1985. The ecology of New England low marsh habitats: a community profile. U.S. Fish and Wildlife Service.

Thibault, J. 1978. Physical parameter distribution patterns in bottom sediments of the Buctouche Bay complex. Maritime Sediments 14:3, p. 95-102.

Van Proosdij, D., Ollerhead, J. Davidson-Arnott, R. and Schostak, L. 1999. Allen Creek marsh, Bay of Fundy: a macro-tidal coastal salt marsh. The Canadian Geographer, vol. 43, no.3, p. 316-323.

Warner, B.G., Tolonen, K. and Tolonen, M. 1991. A postglacial history of vegetation and bog formation at Point Escuminac, New Brunswick. Canadian Journal of Earth Sciences, vol. 28, p. 1572-1582.

DP 2000-12

Dossier public

New Nouveau Brunswick

Ressources naturelles et Énergie
Ressources minières et énergie

TOURBIÈRES ET MARAIS SALÉS CÔTIERS DU NOUVEAU-BRUNSWICK, CANADA

Jacques J. Thibault, Lee Swanson et Gail Chmura

ISSN 1205-7436
ISBN 1-55236-757-6

2000

Prix : 2,95 $

Dossier public 2000-12

Tourbières et marais salés côtiers du Nouveau-Brunswick, Canada

Notation bibliographique conseillée :

THIBAULT, J.J., SWANSON, L., ET CHMURA, G. 2000. Tourbières et marais salés côtiers du Nouveau-Brunswick, Canada. Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick, Division des ressources minières et de l'énergie, Dossier public 2000-12, 40 p.

Le présent rapport a été préparé par la :

Division des ressources minières et de l'énergie
Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie
Province du Nouveau-Brunswick

Jeannot Volpé
Ministre des Ressources naturelles et de l'Énergie

Novembre 2000

New Nouveau
Brunswick

Ressources naturelles et Énergie
Ressources minières et énergie

Dossier public 2000-12

Tourbières et marais salés côtiers du Nouveau-Brunswick, Canada

Jacques J. Thibault, Lee Swanson, et Gail Chmura

ISSN 1205-7436
ISBN 1-55236-757-6

2000

Tourbières et marais salés côtiers du Nouveau-Brunswick, Canada

Jacques J. Thibault
Division des minéraux et de l'énergie, ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie
Case postale 50, Bathurst (Nouveau-Brunswick) E2A 3Z1 CANADA

Lee Swanson
Direction de la pêche sportive et de la chasse, ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie
Case postale 6000, Fredericton (Nouveau-Brunswick) E3B 5H1 CANADA

Gail Chmura
Département de géographie, Université McGill
805, rue Sherbrooke Ouest, Montréal (Québec) H3A 2K6 CANADA

Québec 2000
Événement du millénaire sur les terres humides
Excursion scientifique et technique
12 au 15 août 2000

Table des matières

INFORMATION D'ORDRE GÉNÉRAL RELATIVE AU CIRCUIT D'EXCURSION	**1**
SÉCURITÉ	**2**
INTRODUCTION À L'HISTOIRE NATURELLE DE LA RÉGION VISITÉE	**3**
PHYSIOGRAPHIE ET GÉOLOGIE	**3**
CLIMAT	**3**
VÉGÉTATION	**4**
TERRES HUMIDES D'EAU DOUCE	**4**
Tourbières	**4**
Terres humides minérotrophes	**6**
MARAIS CÔTIERS	**8**
TOURBIÈRES CÔTIÈRES DU NOUVEAU-BRUNSWICK	**9**
HALTES - JOUR 1	**13**
HALTES – JOUR 2	**16**
HALTES – JOUR 3	**21**
HALTES – JOUR 4	**27**
REMERCIEMENTS	**37**
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	**38**

Information d'ordre général relative au circuit d'excursion

Ce guide se divise en deux parties. La première comprend de l'information d'ordre général sur l'environnement naturel du Nouveau-Brunswick. La seconde partie offre des descriptions et des explications relatives à chacune des haltes prévues au cours du circuit d'excursion. Le nombre de détails présentés varie à chaque fois. Certaines haltes servent à aborder des thèmes divers, tandis que d'autres ne traitent que d'un seul sujet; quelques haltes présentent des sites qui ont fait l'objet d'études approfondies, tandis que d'autres ont trait à des sites qui n'ont fait l'objet que d'un examen superficiel au cours d'études de reconnaissance.

La ville de Québec sera le point de départ et de retour du circuit d'excursion de quatre jours. À part la halte prévue à Kamouraska, toutes les autres haltes auront lieu dans la province du Nouveau-Brunswick. Des arrêts de nuit sont prévus à Bathurst, Shippagan et Moncton (fig. 1).

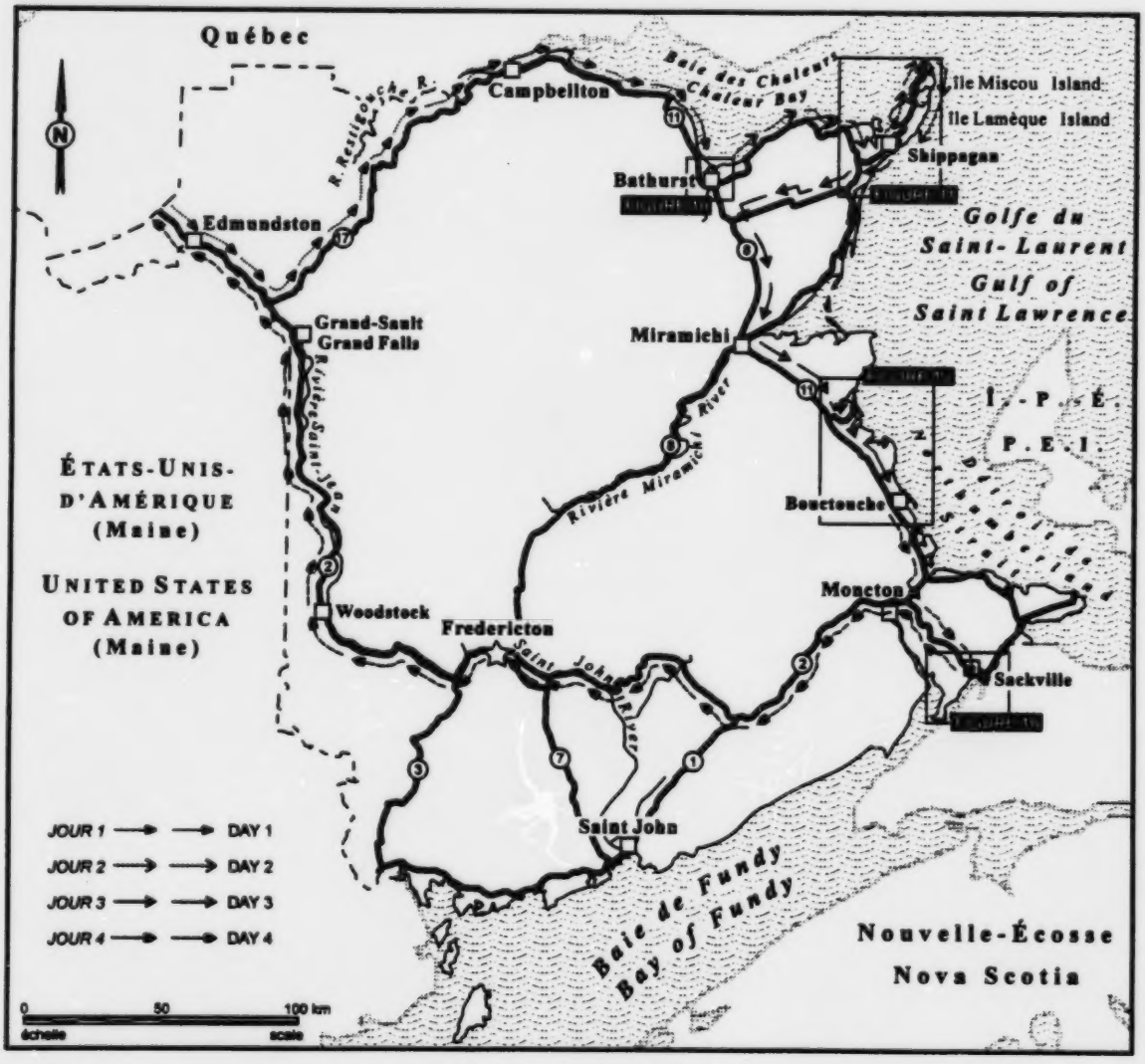


Figure 1. Carte du Nouveau-Brunswick montrant l'itinéraire de l'excursion.

Sécurité

Il appartient à chacun des participants de veiller à sa propre sécurité et à celle du groupe. Les guides s'efforceront de rendre le voyage aussi sûr que possible, mais ils ne pourront y parvenir qu'avec la coopération des participants. Nous demandons à ces derniers de lire les paragraphes suivants sur les méthodes de sécurité et de coopérer avec les guides pour rendre ce voyage aussi plaisant que possible.

1. VÊTEMENTS APPROPRIÉS. Les participants doivent se munir de chaussures adéquates et de vêtements adaptés aux changements de temps : chaud et ensoleillé ou bien humide et frais. Nous leur conseillons également de se munir d'un chapeau et d'une lotion antisolaire pour la protection de la peau.

2. FAITES PREUVE DE BON SENS. Si le terrain semble dangereux, c'est probablement le cas.

3. FALAISES ET TALUS. Chaque fois que l'on se déplace sur des terrains en pente raide, il existe un risque d'effondrement des talus. Il faut donc évaluer les situations au cas par cas en tenant compte des conseils suivants :

- Évitez de vous déplacer sur les talus en pente raide qui ont l'air instable ou sur les falaises en surplomb.
- Ne ramassez rien et ne creusez pas le sol au-dessus de votre tête ou de celle de quelqu'un d'autre.
- Si vous gravissez une pente ou la descendez, faites-le avec précaution en vous assurant que personne au-dessus de vous ne risque de faire tomber des roches ou des matériaux détachés du sol et que personne au-dessous de vous ne risque d'être atteint par des roches ou des matériaux détachés du sol que vous feriez tomber.

Introduction à l'histoire naturelle de la région visitée

Physiographie et géologie

Le Nouveau-Brunswick fait partie de la chaîne des Appalaches, qui s'étend au sud-est du Bouclier canadien, le noyau continental de l'Amérique du Nord. Bien que certaines formations rocheuses du Bouclier comptent jusqu'à trois milliards d'années, celle des Appalaches est beaucoup plus jeune et ne date approximativement que du dernier milliard d'années de l'histoire de la Terre.

Les principales divisions physiographiques du Nouveau-Brunswick comprennent les hautes terres d'Edmundston (faisant partie des monts Notre-Dame), les bas-plateaux des Chaleurs, les hautes terres du Nouveau-Brunswick (Miramichi, Ste-Croix et Caledonian) et les basses terres du Nouveau-Brunswick (fig. 2). L'ensemble forme un paysage de plateaux d'une surprenante uniformité qui n'est rompu que par le triangle des basses terres datant de l'ère permo-carbonifère. La surface des plateaux de la province est entrecoupée de formations rocheuses complexes qui résultent probablement de l'usure progressive d'anciennes montagnes pendant une longue période de temps. Les plateaux ont atteint leur présente altitude suite à des processus régionaux de bombement. Les cours d'eau ont érodé les roches plus tendres et transporté les sédiments en creusant de profondes vallées et en formant la vaste étendue plate de roches sédimentaires non déformées qui caractérisent les basses terres du Nouveau-Brunswick.

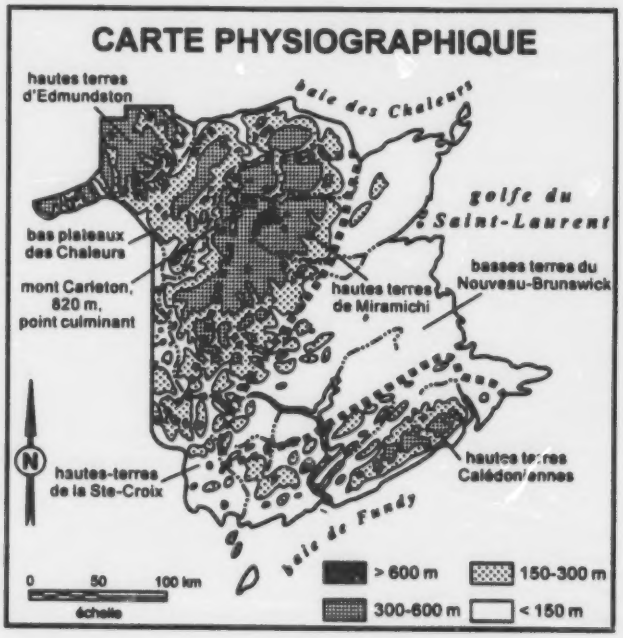


Figure 2. Régions physiographiques du Nouveau-Brunswick.

Plus récemment, au cours du Pléistocène, le Nouveau-Brunswick a été maintes fois recouvert d'épaisses couches de glace qui se sont lentement déplacées en polissant et en striant la surface sous-jacente. Les marques que l'on trouve sur les affleurements du substratum rocheux indiquent dans quel sens se déplaçaient ces glaciers et permettent de comprendre et de reconstituer l'histoire des événements glaciaires. Le Nouveau-Brunswick a été marqué par la présence de glaciers provenant du golfe du Saint-Laurent et du Bouclier canadien ou formés localement. Lorsque le climat est devenu plus chaud, les glaciers ont fondu progressivement et ont commencé à se retirer vers le Nord-Ouest. La surface du sol, qui s'était aplatie sous le poids de la glace, fut partiellement recouverte par la mer. Plus tard, la terre se souleva par un effet de rebond et la mer commença progressivement à se retirer. Cette transgression marine, due à l'élasticité de la croûte terrestre, se poursuit encore de nos jours.

Climat

On dit parfois que le Nouveau-Brunswick est la moins maritime des provinces Maritimes canadiennes. Bien que cette province soit bordée sur trois côtés par des eaux marines, son climat est essentiellement de type continental et la plupart des systèmes atmosphériques qui ont une incidence sur la province proviennent du

Nord du Pacifique ou du golfe du Mexique (Philips, 1990). Toutefois, dans les régions côtières, l'océan exerce des effets modificateurs sur ces systèmes.

Le caractère continental du climat de la province est dû aux variations quotidiennes et saisonnières des températures plus prononcées que celles que l'on observe généralement dans un climat maritime. Janvier est le mois le plus froid et juillet, le plus chaud. En hiver, les précipitations de neige atteignent de 300 à 400 cm dans le Nord-Ouest de la province. Dans la majeure partie du territoire, les précipitations annuelles moyennes de pluie sont d'environ 1 000 mm (Phillips, 1990).

Végétation

La végétation du Nouveau-Brunswick dépend étroitement de l'interaction entre la topographie et le climat (Seaman *et al.*, 1993; Loucks, 1962). En règle générale, les écorégions de la province représentent une transition graduelle entre le climat frais et humide des hautes terres qui sont entrecoupées de cimes et de vallées inhospitalières, et le climat plus chaud et plus sec des basses terres aux paysages de pentes douces, de larges vallées et de zones de basse altitude. C'est dans les hautes terres que l'on trouve les conditions de croissance les plus difficiles, car les températures y sont les plus froides en janvier et les sols peu épais et exposés. Le couvert forestier se compose principalement d'espèces nordiques adaptées au froid et à la pauvreté des sols (sapin baumier, épinette noire et arbustes éricacés).

Terres humides d'eau douce

L'éventail des terres humides de la province est comparable à celui qu'a décrit le Groupe de travail national sur les terres humides (1988). En conséquence, on peut diviser les terres humides du Nouveau-Brunswick en deux grandes catégories : les tourbières et les terres humides minérotrophes. On trouve les tourbières dans les régions où le drainage est obstrué ou limité, comme dans les petites dépressions, ou bien dans les régions où les dépôts glaciaires ou autres ont entravé la circulation des eaux de surface. Les terres humides où l'on peut discerner une circulation d'eau ou des fluctuations du niveau aquatique ont tendance à ne pas former d'épaisses couches de tourbe et recouvrent donc des sols minéraux, ce qui en fait des terres humides minérotrophes. On peut encore subdiviser les tourbières en bogs ou en fens en fonction de l'épaisseur de la tourbe et de l'influence exercée par les eaux souterraines. Par contre, les terres humides minérotrophes se présentent généralement sous forme de marécages, de marais (côtiers ou d'eau douce) et de plans d'eau peu profonds.

Tourbières

Les tourbières – ou les systèmes d'accumulation de tourbe, comme on les appelle aussi – sont essentiellement des tapis vivants de mousses et d'autres plantes qui recouvrent des couches de matériaux organiques plus anciens et partiellement pourris. Leur développement résulte de l'accumulation graduelle de végétaux plus anciens dont la vitesse de décomposition est ralentie par les conditions d'acidité, les températures fraîches et les bas niveaux d'oxygène résultant de la saturation ou de l'état actuel de l'eau stagnante. À l'échelle continentale, le Nouveau-Brunswick est situé dans une zone où la végétation superficielle et les végétaux partiellement pourris se composent principalement de sphaigne, un genre de mousse. Les tourbières se développent au Nouveau-Brunswick depuis environ 10 000 ans, suite au plus récent retrait glaciaire. L'épaisseur moyenne de la tourbe est de 3 m, mais, dans plusieurs complexes de tourbières, elle atteint jusqu'à 10 m (Keys and Henderson 1987). On trouve principalement les tourbières dans les terres basses mal drainées situées sur terrain plat (fig. 3).

L'aspect visuel des tourbières varie sensiblement d'une région à l'autre. Elles peuvent être bombées ou relativement plates. Elles peuvent aussi être entourées d'une dépression au contour bien défini que l'on appelle marécage bordier ou d'une vaste étendue de terres humides qui se transforme graduellement en

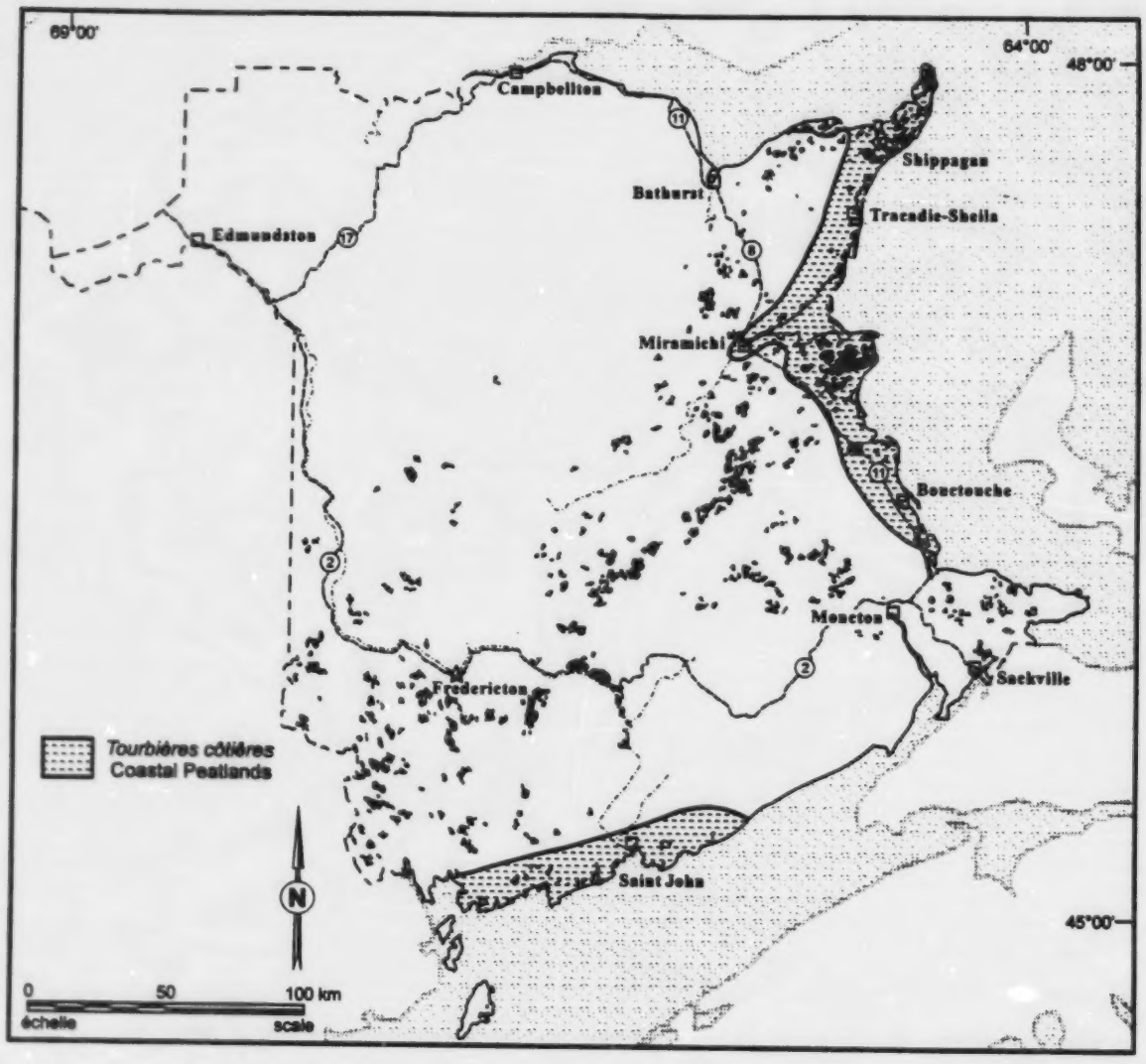


Figure 3. Répartition des tourbières au Nouveau-Brunswick (d'après Keys et Henderson, 1988).

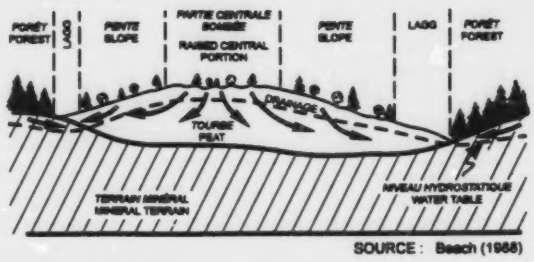
marécage ou en marais arbustif. Les bassins que l'on trouve à leur surface peuvent être de dimensions variées et être dispersés au hasard ou rangés de manière linéaire. Certaines tourbières ont un aspect ondulé par suite de la présence de buttes et de dépressions, tandis que d'autres offrent l'aspect d'un tapis de mousses et de carex colorés.

Bogs

Au fur et à mesure que la matière organique s'accumule dans une tourbière, sa surface vivante échappe graduellement à l'influence de la nappe souterraine (fig. 4). Si la végétation superficielle atteint le point où elle est incapable de recevoir des nutriments et de l'eau des sources souterraines, elle doit dépendre des eaux de pluie et des autres dépôts d'origine atmosphérique pour se nourrir. On donne à ce genre de tourbière, qui est par définition un véritable bog, le nom de « système ombrotrophe ». Le manque de nutriments explique la nature de la végétation : espèces petites ou à croissance relativement lente capables de stocker des nutriments pendant de longues périodes. Ces espèces comprennent des mousses, des lichens, de petits arbustes à feuillage persistant (fougère de cuir, thé du Labrador) et des épinettes noires ou des mélèzes rabougris.

Fens

Si la végétation superficielle d'une tourbière se maintient en contact, au moins partiellement, avec la nappe d'eau souterraine, elle reçoit des nutriments du substratum minéral et dispose donc d'un système de drainage ouvert. On donne à ces tourbières le nom de fens ou de « systèmes minérotrophes ». La transformation d'une tourbière en bog ou son maintien à l'état de fen dépend du volume d'eau en circulation, des fluctuations du niveau de la nappe souterraine et de la chimie de l'eau.



SOURCE : Beach (1988)

Figure 4. Profil typique d'un bog bombé.

Les fens disposent d'une vaste gamme de ressources nutritives et abritent généralement des groupes de végétaux différents de ceux que l'on trouve dans les bogs où les ressources sont moins nombreuses. Parmi les caractéristiques de ces fens riches, qui sont rares dans la province, citons la présence de mousses brunes plutôt que de sphaignes, et aussi celle de plantes plus exigeantes en nutriments, telles que les rhododendrons, les carex et quelques espèces d'orchidée d'une grande beauté, comme l'aréthuse bulbeuse et la langue de dragon.

La plupart des tourbières du Nouveau-Brunswick sont en fait des combinaisons de bogs véritables et de fens pauvres en nutriments. De plus, il n'est pas rare de voir des bogs surélevées comportant de petites sections de fens combinées à un marécage arbustif ou à d'autres systèmes non générateurs de tourbe. Dans la province, il est très rare de trouver des fens véritablement riches; ceux qui existent ne se situent que dans des zones recouvrant des roches calcaires. La végétation des fens riches comprend des plantes délicates et inhabituelles telles que l'orchidée, la lobélie de Kalm, le gaillet du Labrador et la parnassie des marais.

Terres humides minérotrophes

L'environnement des terres humides situées en bordure des cours d'eau, des rivières et des grands lacs actifs est plutôt générateur de systèmes non formateurs de tourbe. On peut classer ces terres humides dans les catégories suivantes conformément à la classification provinciale : terres humides émergentes, lits aquatiques, terres humides arbustives et terres humides forestières.

Terres humides arbustives

Les terres humides arbustives (fig. 5) sont inondées assez peu profondément et pendant d'assez courtes périodes. Elles sont caractérisées par la présence d'une végétation boisée. Ces terres bordent souvent les méandres de ruisseaux ou de petites rivières; l'aulne constitue généralement leur couverture arbustive dominante. Là où le substratum demeure humide pendant de plus longues périodes, la couverture d'aulnes abrite souvent un étage inférieur de fougères, de carex, de violettes et d'autres espèces. En bordure des lacs, c'est généralement le myrique baumier qui forme la couverture dominante.

Terres humides forestières

Au Nouveau-Brunswick, les terres humides forestières ne sont pas aussi fréquentes que les autres types, car la plupart des terres humides boisées entrent dans la catégorie des bogs. Les marécages abritant l'érable argenté représentent peut-être le type de terre humide le plus particulier de la province; on les trouve principalement dans la plaine inondable du fleuve Saint-Jean. Bien que ce genre de marécage soit caractéristique des plaines inondables des parties méridionales de l'Ontario et du Québec, on le trouve rarement dans les Maritimes.

Terres humides émergentes

Les terres humides émergentes sont dominées par des plantes herbacées à racines; elles comprennent les marais de type courant et les prairies humides. La durée de l'inondation et la différence de profondeur entre

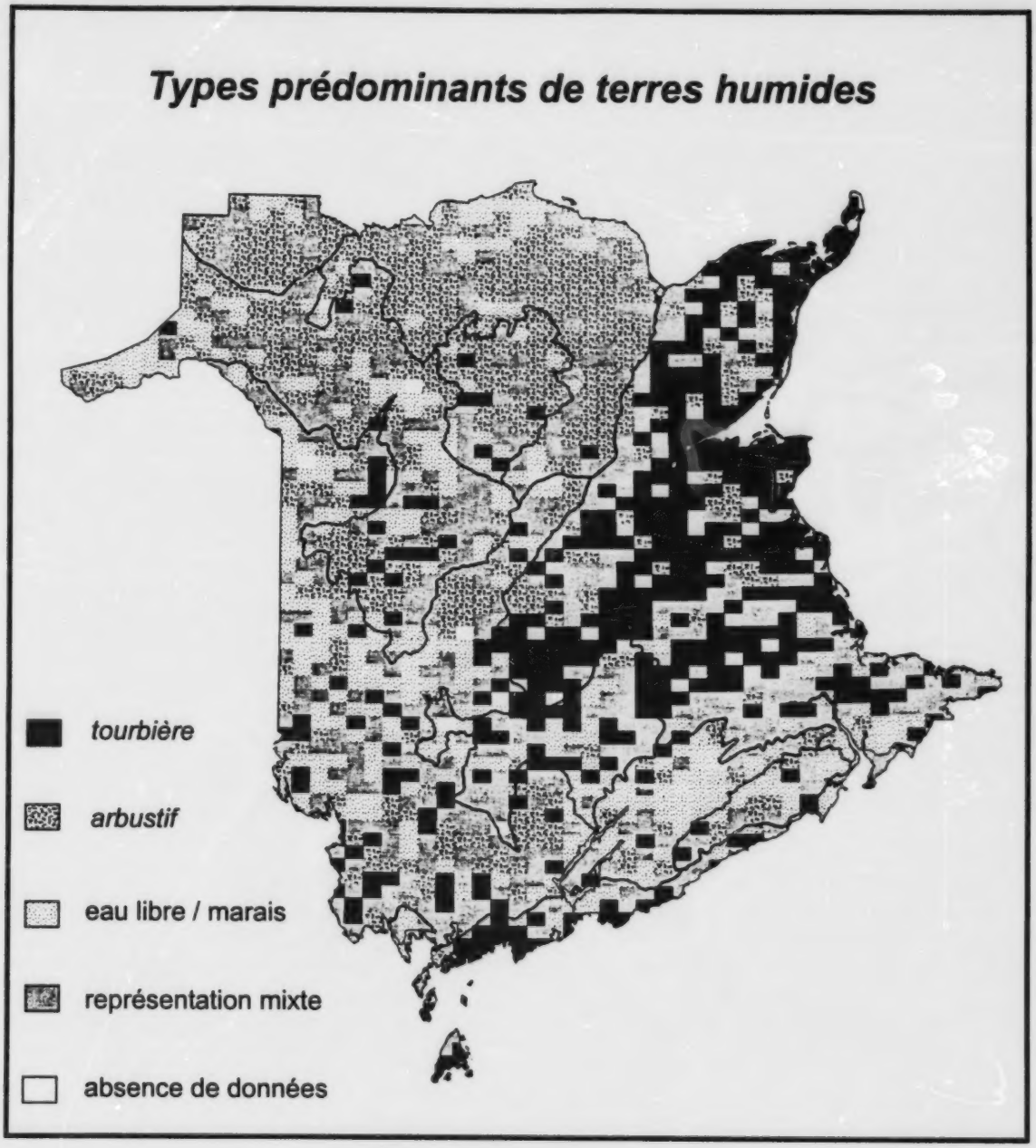


Figure 5. Types prédominants de terres humides au Nouveau-Brunswick.
(Groupe de travail sur la classification écologique du territoire, en préparation)

les marais moins inondés et les terres humides plus immergées ont un caractère variable. Les marais ou les prairies surélevés sont soumis à des inondations intermittentes ou saisonnières, tandis que les marais bas sont immergés en permanence. Quelques-uns des plus vastes complexes de terres humides de la province sont des terres humides émergentes. Leur végétation dominante se compose d'espèces robustes telles que le petit mil, le scirfe fluviatile et le scirfe des étangs.

Lit aquatique
Les lits aquatiques sont des terres humides dominées par de l'eau stagnante peu profonde. Ils se caractérisent par la présence de plantes qui croissent à la surface de l'eau ou sous l'eau. On trouve généralement ces terres humides en bordure de lacs ou de cours d'eau importants; elles sont habituellement exemptes de végétation émergente.

Marais côtiers

On trouve les marais côtiers dans les environnements salins du littoral maritime qui sont suffisamment protégés de l'action des vagues pour permettre l'accumulation de sédiments et de matières organiques. Ils se caractérisent par la présence d'une végétation adaptée aux environnements inondés et salins (halophytes). La classification provinciale les désigne sous le terme général de « marais côtier » plutôt que de celui de « marais salé », parce que certains sont saumâtres et que les espèces d'eau douce sont communément associées aux marais qui bordent le golfe du Saint-Laurent et le détroit de Northumberland.

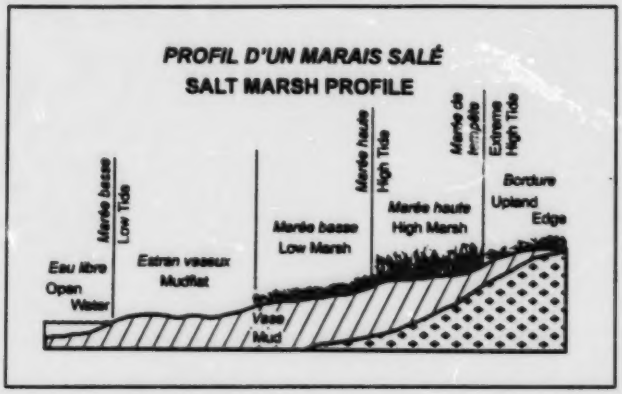


Figure 6. Profil d'un marais salé.

Le Nouveau-Brunswick compte environ 9 000 hectares de véritables marais salés répartis le long de son littoral. Dans la baie de Fundy, ils sont généralement dominés par les espèces de type *Spartina*. Les marais présentent souvent les modes de zonation classique allant du marais « bas » au marais « haut » et sont inondés régulièrement par les eaux de la baie (fig. 6). Un marais salé haut se situe généralement au-dessus du niveau de la marée haute moyenne et n'est inondé que durant les marées les plus hautes. Un marais salé bas se situe au-dessous du niveau de la marée haute moyenne et reçoit les marées quotidiennes. La spartine pectinée constitue la végétation dominante des marais salés, là où il existe peu d'espèces variées de plantes vasculaires. La spartine étalée apparaît fréquemment dans les marais hauts où elle forme l'élément dominant parmi une mosaïque d'espèces comprenant le troscart maritime, la soude roulante, la saladelle, le plantain maritime et d'autres plantes vasculaires délicates. Les marais de la baie de Fundy sont également caractérisés par la présence de canaux profonds creusés dans le limon; ces canaux sont soumis à un régime de marées très dynamique.

La majeure partie des marais côtiers du Nouveau-Brunswick a été drainée à des fins agricoles ou a été perturbée d'une manière ou d'une autre, principalement sur le littoral de la baie de Fundy. Le marais bas en particulier est un habitat de type peu courant et vulnérable, qui fait l'objet d'une restructuration constante sous l'effet des glaces et des vagues. Quelques-uns des plus vastes complexes de marais salés qui existent encore se trouvent en amont de la baie de Fundy et le long de la côte acadienne. Ces lieux sont très fréquentés par les observateurs d'oiseaux rares et migrateurs.

Le long du littoral du golfe du Saint-Laurent et du détroit de Northumberland, on trouve de vastes marais associés à des lagunes côtières. Ces marais peuvent être juxtaposés à la face arrière de dunes et, dans certains cas, les dunes protègent de grandes étendues de marais salés alimentés par les marées. Il se peut que la surface de ces marais ne soit inondée qu'à l'occasion des plus hautes marées annuelles, ce qui en fait surtout des marais « hauts » (Roberts, 1993).

Tourbières côtières du Nouveau-Brunswick

Bien qu'on en trouve également le long du littoral sud-ouest de la baie de Fundy, les tourbières côtières se situent principalement dans le nord-est de la province (fig. 3) le long d'une bande de 5 à 15 km de largeur longeant les côtes nord-est et est du golfe du Saint-Laurent. Les tourbières de cette région se présentent principalement sous forme de bogs à bombement très prononcé et à végétation de type ouvert. Cette végétation très ombrotrophique résulte de l'accumulation d'épaisses couches de sphaignes. La profondeur moyenne des tourbières est de 3,3 m, mais il est courant de trouver des épaisseurs de tourbe de 8 à 9 m au centre des plus grandes tourbières bombées.

On trouve de grands complexes de tourbières, qui résultent de la fusion de plusieurs tourbières locales au cours de leur histoire, sur la péninsule d'Escuminac (6 300 ha), sur l'île Miscou (3 100 ha), à Tabusintac (1 200 ha) et dans le parc national de Kouchibouguac (3 000 ha).

Stratigraphie

Le profil stratigraphique d'une tourbière côtière type comporte de 3 à 6 m de tourbe de sphaigne médiocrement humifiée reposant sur une épaisseur de 0,5 à 1 m de tourbe bien humifiée de type *Sphagnum*, *Sphagnum-Carex* ou *Carex* (fig. 7). Les couches arbustives sont peu courantes et constituent rarement plus de 10 % d'une couche quelconque. Il est rare de trouver des couches de boue basales.

La transition entre les tourbes médiocrement et bien décomposées se situe normalement à des intervalles de 20 à 50 cm. La fine couche humifiée de base est dominée par une tourbe de sphaigne dans la partie nord de la région et par les tourbes *Carex* contenant des arbustes et des fragments de bois dans la partie sud. Cette tendance est parallèle à un autre phénomène, celui de la concavité accrue des bassins à mesure qu'on se rapproche du sud de la région. Lors de la formation des tourbières, cette concavité accrue a permis à ces dernières de mieux retenir l'eau et a favorisé l'émergence d'un environnement où des plantes comme le *Carex* ont pu proliférer.

Toutes les tourbières de cette région reposent sur 0,5 à 1,5 m de sédiments marins de l'Holocène qui recouvrent du grès datant du Carbonifère. Le sable est le genre de sédiment le plus courant parmi ceux-ci, ce qui correspond bien à l'environnement présumé de plages et de zones intertidales décrit par Rampton *et al.* (1984). Malgré la présence de sédiments raisonnablement poreux et en dépit de l'inclinaison régulière mais très faible du sol, l'humidité fut apparemment suffisante pour amorcer le développement des tourbières peu de temps après le retrait des eaux marines de cette région. Michaud (1985) indique que, dans cette région côtière, l'humidité provenant des précipitations est supérieure à celle qui s'évapore. Korpijaakko (1976) s'est servi de données sur le pollen et de datations au radiocarbone pour établir que l'accumulation de tourbe a commencé aux alentours de 8500 avant le présent.

Histoire du développement des tourbières

Après la déglaciation, les terres côtières furent rapidement submergées par les eaux marines, mais, lors du soulèvement isostatique, la mer continua à se retirer en laissant derrière elle des lignes de plages, une couverture de sable et des sédiments lagunaires plus fins. Des tourbières commencèrent à se former sur ce paysage. C'est aux alentours de 7000 avant le présent que la terre et le fond océanique en bordure de la côte émergèrent au maximum (Kranck, 1972; Prest, 1973; Scott et *al.*, 1987). Depuis cette époque, le niveau de la mer s'est élevé à un rythme moyen de 15 cm par siècle (Grant, 1970), ce qui a entraîné l'érosion partielle de plus de vingt tourbières côtières et la formation de falaises de tourbe pouvant mesurer jusqu'à 4 m de hauteur (Keys and Henderson, 1987). La base de certaines tourbières se trouve parfois jusqu'à 2 m au-dessous du niveau actuel de la mer. Les falaises de tourbe offrent une occasion unique et inhabituelle d'observer la stratigraphie des tourbières. Le mode de décrochement et d'érosion de ces falaises a été étudié par Pajunen (1981).

Warner *et al.* (1991) proposent l'histoire postglaciaire suivante pour expliquer la formation de la végétation et des bogs dans le cas des tourbières côtières. Le paysage terrestre le plus ancien, qui remonte à 11 000 avant le présent dans la région de la péninsule d'Escuminac, avait l'aspect d'un bosquet ouvert de

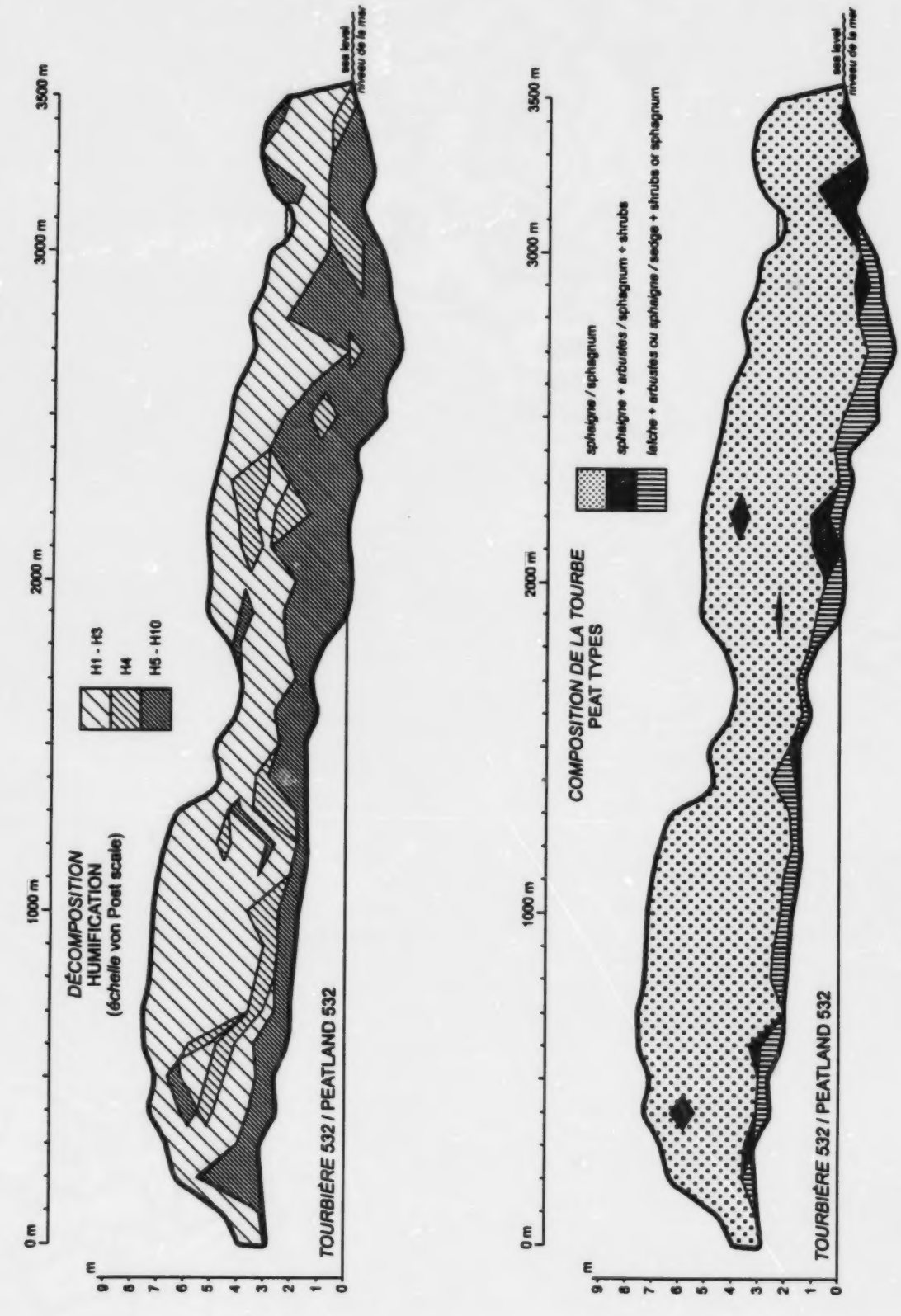


Figure 7. Profil stratigraphique type d'une tourbière côtière de l'est du Nouveau-Brunswick.

Juniperus. *Picea* fut le premier arbre à envahir la région, qui se transforma en un peuplement forestier en 10 200 avant le présent puis en forêts fermées de *Abies* en 9200 avant le présent. Une première contrepartie des forêts acadiennes modernes apparut en 6500 avant le présent et atteignit son plein développement en 2900 avant le présent, au moment où *Fagus* commença à se répandre dans la région. Les eaux douces peu profondes et les peuplements ouverts des terres humides servirent de noyaux au développement des fens. Leur transformation en tourbières à peuplements végétaux ombrotrophes commença en 6500 pour se terminer en 4700 avant le présent. Après cette date, la bog s'étira latéralement sous l'effet de la turbification des terrains plus élevés, à la périphérie.

Morphologie et végétation

La partie ombrotrophe d'une tourbière type couvre de 85 à 95 % de sa superficie totale. La partie minérotrophe se limite principalement à une zone étroite périphérique appelée *lagg* (fig. 4). On trouve fréquemment des dômes coalescés dans les grands complexes de tourbières. La surface des dômes et des talus est relativement sèche et lisse; les buttes et les dépressions y sont rares ou inexistantes.

La végétation des dômes se compose principalement de petits arbrisseaux (10 à 20 cm), de lichens et de mousses. On y trouve aussi des arbres nains dispersés dont la hauteur dépasse rarement celle d'un arbrisseau. Voici quelle est la végétation type d'un dôme :

Picea mariana	*Rubus chamaemorus*	*Empetrum nigrum*	*Sphagnum rubellum*
Scirpus cespitosus	*Chamaedaphne calyculata*	*Cladonia rangiferina*	*Gaylusacia dumosa*
Kalmia angustifolia	*Sphagnum fuscum*		

On y trouve aussi à un moindre degré :

Myrica gale	*Kalmia polifolia*	*Ledum groenlandicum*	*Sphagnum flavicomans*
Sarracenia pruprurea	*Sphagnum imbricatum*	*Pinus strobus*	*Eriophorum spissum*
Betula pumila	*Larix laricina*		

Les pelouses de *Scirpus cespitosus* sont fréquentes autour des lacs et dans la partie centrale des dômes. Le lichen est très courant; il recouvre fréquemment de 50 à 60 % de la superficie des dômes. *Myrica gale* se présente sous forme de cépées de buissons très dispersées. On ne s'explique pas bien la présence de cette plante soi-disant minérotrophe dans des zones fortement ombrotrophes, mais il se peut que cette présence soit due à l'influence du climat côtier marin.

Les marges des tourbières sont étroites et peu étendues. L'espèce *Scirpus cespitosus* y forme le couvert végétal principal, de concert avec un peu de *Eriophorum spissum* et quelques espèces *Carex* dispersées. Les arbrisseaux sont rares et épars. Le bord de chaque bog forme un élément distinct qui est souvent recouvert de grands spécimens (1 m) de *Rhododendron canadense*, *Myrica gale* et de grands spécimens (5 m) de *Picea mariana* et *Larix laricina*.

Les lacs et les étangs associés à ces bogs sont généralement de petite taille et dispersés. Il est rare d'y trouver des cours d'eau. Étant donné que la base de bien des tourbières est inclinée vers la côte, l'eau s'écoule souvent directement dans le golfe du Saint-Laurent et dans le détroit de Northumberland.

HALTES – JOUR 1

DE QUÉBEC À BATHURST (NOUVEAU-BRUNSWICK), À TRAVERS LES APPALACHES ET LE LONG DU LITTORAL SUD DE LA BAIE DES CHALEURS.

Introduction

La première journée de l'excursion sur le terrain est surtout consacrée à un parcours panoramique le long des basses terres de la vallée du Saint-Laurent en direction est jusqu'à Rivière-du-Loup (Québec), puis en direction sud à travers les monts Notre-Dame et, finalement, en directions nord-est et est le long de la région côtière de la baie des Chaleurs, jusqu'à Bathurst. Il y aura un arrêt à Kamouraska[1], afin de pouvoir observer les marais salés de l'estuaire du Saint-Laurent, et à Saint-Jacques pour visiter un jardin botanique (fig. 8). La journée se terminera par la visite de la réserve naturelle de la Pointe Daly, à Bathurst.

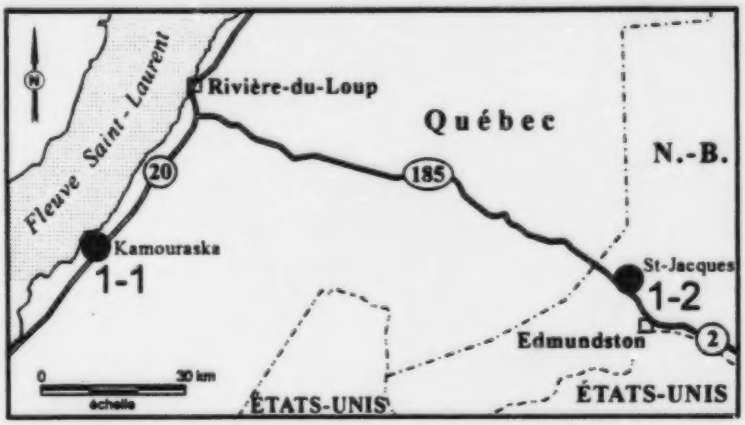


Figure 8. Trajet Kamouraska (Québec) – Saint-Jacques (N.-B.).

HALTE 1-1 : LES ABOITEAUX DE KAMOURASKA : L'ÉVOLUTION DES MENTALITÉS À L'ÉGARD DES MARAIS SALÉS DU QUÉBEC SUR LES PLANS CULTUREL, ÉCONOMIQUE ET ÉCOLOGIQUE.

Guide : Matthew G. Hatvany

But : Observer le fonctionnement d'un marais salé endigué (aboiteau) et parler de l'évolution des mentalités à l'égard de la valeur économique et écologique des marais salés.

DESCRIPTION

Les études écologiques ont permis d'enrichir sensiblement nos connaissances relatives à l'environnement des marais salés. Depuis les années 1960, elles ont montré que ceux-ci sont parmi les zones écologiques le plus productives du monde et qu'ils jouent un rôle important dans la filtration de l'eau. De plus, ils fournissent un habitat et des aliments aux populations de poissons, à la sauvagine et aux mammifères. Ces études s'intéressent beaucoup à l'impact récent des activités humaines sur l'environnement des marais salés, spécialement aux transformations environnementales résultant de la construction de digues et du drainage à des fins agricoles comme on peut le voir à Kamouraska. Néanmoins, ces études ont un caractère ahistorique et extrêmement « biocentrique » (Gauthier, 1980). Tout en offrant une description approfondie de l'altération récente de l'environnement des marais salés par l'homme, elles n'expliquent pas bien les raisons anthropiques de ces changements. Aucune de ces études ne présente une compréhension adéquate des

[1] *Kamouraska est un toponyme algonquin qui signifie « il y a de l'herbe le long du rivage ».*

raisons historiques à long terme montrant comment et pourquoi les êtres humains ont exploité l'environnement des marais salés pendant plus de trois siècles et pourquoi, à certains moments, ils ont cherché à transformer radicalement cet environnement.

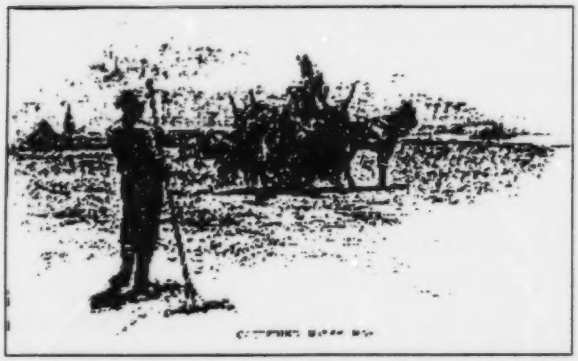


Figure 9. Récolte du foin dans un marais du Saint-Laurent (Québec) à la fin du XIX^{e} siècle.

Au cours de cette excursion, les participants apprendront comment les mentalités ont évolué peu à peu à l'égard de la valeur économique et écologique des marais salés de Kamouraska. Les perceptions anciennes des Amérindiens de l'époque pré-européenne relatives à ces valeurs étaient fondées sur l'exploitation à des fins de subsistance de la flore et de la faune des marais salés. Cette économie de subsistance fut poursuivie pendant plus de deux cents ans par les pionniers qui apportèrent de France une perception similaire de l'utilité et de la richesse écologique des marais salés. Ces perceptions demeurèrent constantes jusqu'au milieu du XIX^{e} siècle, au moment où la pression démographique croissante sur les terres disponibles fut à l'origine d'initiatives telles que l'endiguement des marais salés à l'aide d'aboiteaux afin d'augmenter la superficie des terres arables. Bien qu'au début ces activités aient été peu importantes, elles prirent rapidement de l'ampleur parallèlement à l'accroissement des échanges commerciaux. Les techniques se perfectionnèrent et l'on vit apparaître les engins mécaniques de déplacement de la terre. Les agriculteurs et le gouvernement du Québec virent dans le drainage des marais salés à des fins agricoles un moyen de répondre efficacement à leurs besoins démographiques et économiques. Ce n'est qu'au cours des années 1970 que les écologistes éclairés du Québec commencèrent à douter des bienfaits de l'assèchement des marais salés en faisant valoir que, depuis les années 1850, près de 50 pour cent des marais salés de l'estuaire du Saint-Laurent avaient été détruits, principalement à des fins agricoles (Hatvany, 1997). En moins d'une demi-décennie, les écologistes essayèrent d'arrêter l'exploitation agricole des marais salés et d'inciter la population locale à changer complètement sa façon de penser, inculquée depuis des siècles, quant à la valeur économique des marais. En 1979-1980, quand on commença à construire de nouveaux aboiteaux, Kamouraska devint le centre d'un débat animé entre les écologistes et les agriculteurs au sujet de la gestion de l'environnement du marais salé. Chacune des parties manifesta un manque aigu de compréhension historique des points de vue de l'autre, si bien qu'il fut impossible d'établir une approche commune vis-à-vis de l'avenir du marais. La méfiance et l'incompréhension entre les deux groupes se poursuivent encore de nos jours, ce qui démontre combien il est nécessaire de mieux comprendre la place de l'homme dans l'évolution de l'environnement naturel tant sur le plan de l'économie que sur celui de l'écologie.

HALTE 1-2 : LE JARDIN BOTANIQUE DU NOUVEAU-BRUNSWICK

Guides : Le personnel du jardin botanique

But : Visite guidée et pause-repas.

DESCRIPTION

D'une superficie de plus de 7 ha, le jardin compte au-delà de 50 000 plantes : haies de rosiers, rhododendrons, plantes annuelles et vivaces. Conçu par une équipe de spécialistes du prestigieux Jardin botanique de Montréal. le Jardin botanique du Nouveau-Brunswick est un chef-d'oeuvre du genre.

HALTE 1-3 : RÉSERVE NATURELLE DE LA POINTE DALY

Guides : Gilles Godin, Lee Swanson et Jacques Thibault

But : Observer la flore et la faune associées à un marais salé côtier et à la forêt adjacente.

DESCRIPTION

C'est en 1989 que fut constituée à Bathurst la réserve naturelle de la Pointe Daly dans le cadre d'un programme de gérance établi conjointement par la société Brunswick Mining and Smelting Corporation, qui possédait le terrain, et la province du Nouveau-Brunswick. Cette propriété appartient maintenant à la société Noranda Inc. et elle est gérée par un comité directeur. L'établissement de la réserve a pour but d'éduquer le public, de l'inciter à apprécier la nature et de favoriser les études scientifiques. Un centre d'interprétation a été ouvert à l'automne 1992.

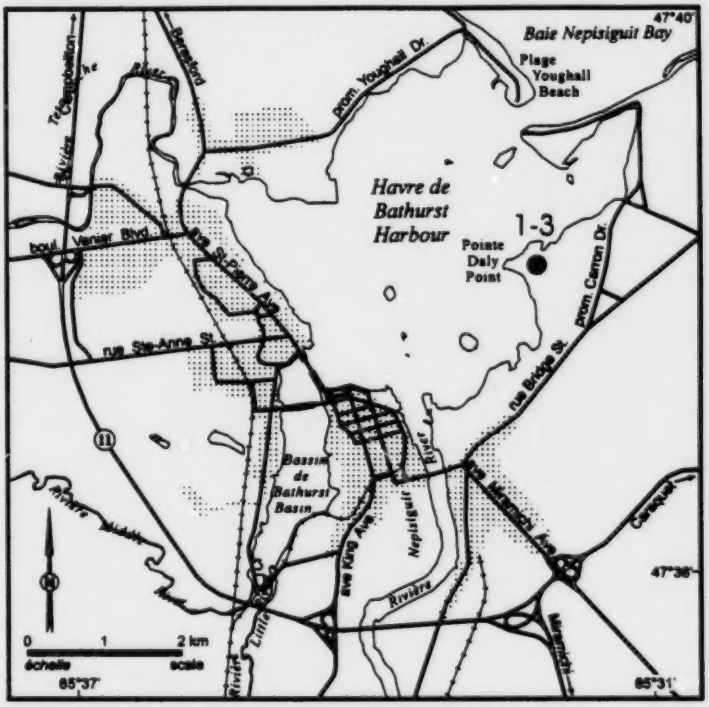


Figure 10. La ville de Bathurst et la réserve naturelle de la Pointe Daly.

La réserve a une superficie d'environ 50 ha et comporte près de 7 km de sentiers bien entretenus. Ces sentiers sont répartis en sections correspondant à des habitats différents : vieux peuplement de succession normale, forêt acadienne mixte, marais salé et zone côtière bordée de slikkes où l'on peut voir des milliers d'oiseaux aquatiques en train de se nourrir. On trouve sur la réserve une grande diversité de plantes, d'insectes, d'oiseaux, de petits mammifères et de mammifères de plus grande taille, tels que le cerf de Virginie. La réserve de la Pointe Daly abrite également un papillon rare, le satyre fauve des Maritimes, que l'on ne rencontre que dans quatre marais salés du monde, tous situés dans la baie des Chaleurs.

À la réserve, nous serons accueillis par les biologistes et les agents d'interprétation qui nous feront faire un tour guidé. Nous allons parcourir les sentiers, traverser les divers habitats et descendre le long des talus pour observer le marais salé et la baie des Chaleurs. Il est possible que nous apercevions un satyre fauve au moment du coucher du soleil.

Nous assisterons en outre à une présentation de diapositives destinée à nous faire connaître les marais côtiers du Nouveau-Brunswick, les tourbières et l'industrie de l'exploitation de la tourbe.

HALTES – JOUR 2

LES TOURBIÈRES DE LA PÉNINSULE ACADIENNE : RESTAURATION DES ANCIENS SITES D'EXTRACTION DE LA TOURBE À SHIPPAGAN ET LAMÈQUE; LES TERRES HUMIDES NATURELLES DE L'ÎLE MISCOU.

Introduction

L'île Miscou[2] est située à la pointe nord-est de la province; elle est entourée par la baie des Chaleurs et le golfe du Saint-Laurent (fig. 11). Cette île peu développée est en majeure partie couverte de terres humides de types variés. Jusqu'à une date récente, on ne pouvait y accéder qu'en bateau. L'île abrite un complexe de bogs de grande étendue, quelques petites lagunes, des kilomètres de plages sablonneuses et de dunes, ainsi que plusieurs marais salés et saumâtres.

L'histoire de Miscou est aussi riche et intéressante que l'écologie de l'île. Jacques Cartier, le navigateur français qui prit possession du Canada au nom du roi de France en 1534, débarqua à Miscou. Les artefacts que l'on a trouvés sur l'île indiquent que celle-ci a été très utilisée comme poste de chasse à la baleine par les équipages de pêcheurs espagnols et basques français dans les années 1570 (Ferguson, 1983). Les habitants de Miscou créèrent un centre de pêche commerciale en 1850 et une conserverie de homards en 1920. William Ganong découvrit de grandes quantités d'os de morses à Miscou en 1906; la plupart de ces os semblaient percés de trous de balles et portaient des marques de dépeçage. À cette époque, le morse avait disparu du Nouveau-Brunswick depuis près d'un siècle (Ganong, 1906). En 1939, Miscou fit parler d'elle mondialement lorsqu'un avion russe s'y écrasa alors qu'il se rendait à l'Exposition internationale de New York (Robichaud, 1989). En 1996, on inaugura le pont de Miscou qui reliait directement l'île au continent pour la première fois.

HALTE 2-1 : RESTAURATION D'UNE TOURBIÈRE APRÈS SON EXPLOITATION À DES FINS COMMERCIALES À SHIPPAGAN[3]

Guides : Jacques Thibault, Michel Savard et Line Rochefort

But : Observer le processus de restauration naturelle d'une tourbière suite à son exploitation selon la méthode de la coupe par blocs.

DESCRIPTION

Le site de Shippagan appartient au vaste complexe de milieux humides localisé en bordure du golfe du Saint-Laurent, dans le Nord-Ouest du Nouveau-Brunswick. Les précipitations annuelles atteignent 1 017 mm dont près de la moitié sous forme de pluie. La température annuelle moyenne est de 3,3 °C avec des moyennes de -10 °C en janvier et de 19 °C en juillet (Environnement Canada, 1993).

C'est en 1939 que des ingénieurs du ministère fédéral des Mines s'intéressent à la tourbière située aux abords du lac de Le Goulet. Ces derniers déclarent que la tourbe y est comparable à celle d'Europe, donc de

---

[2] *Le nom Miscou vient du micmac* Misgigoiag, *signifiant « c'est herbeux », faisant allusion à la topographie de la pointe Miscou au nord-ouest de l'île où on trouve des marécages et des marais qui sont humides et très herbeux (Gaudet, 1998).*

[3] *Du micmac* Sepaguncheech, *signifiant « passage aux canards ». Ceci s'explique bien, car, entre Shippagan et l'île Lamèque, il y a effectivement un étroit passage où ont toujours passé les canards qui vont du golfe du Saint-Laurent à la baie des Chaleurs (Gaudet, 1998).*

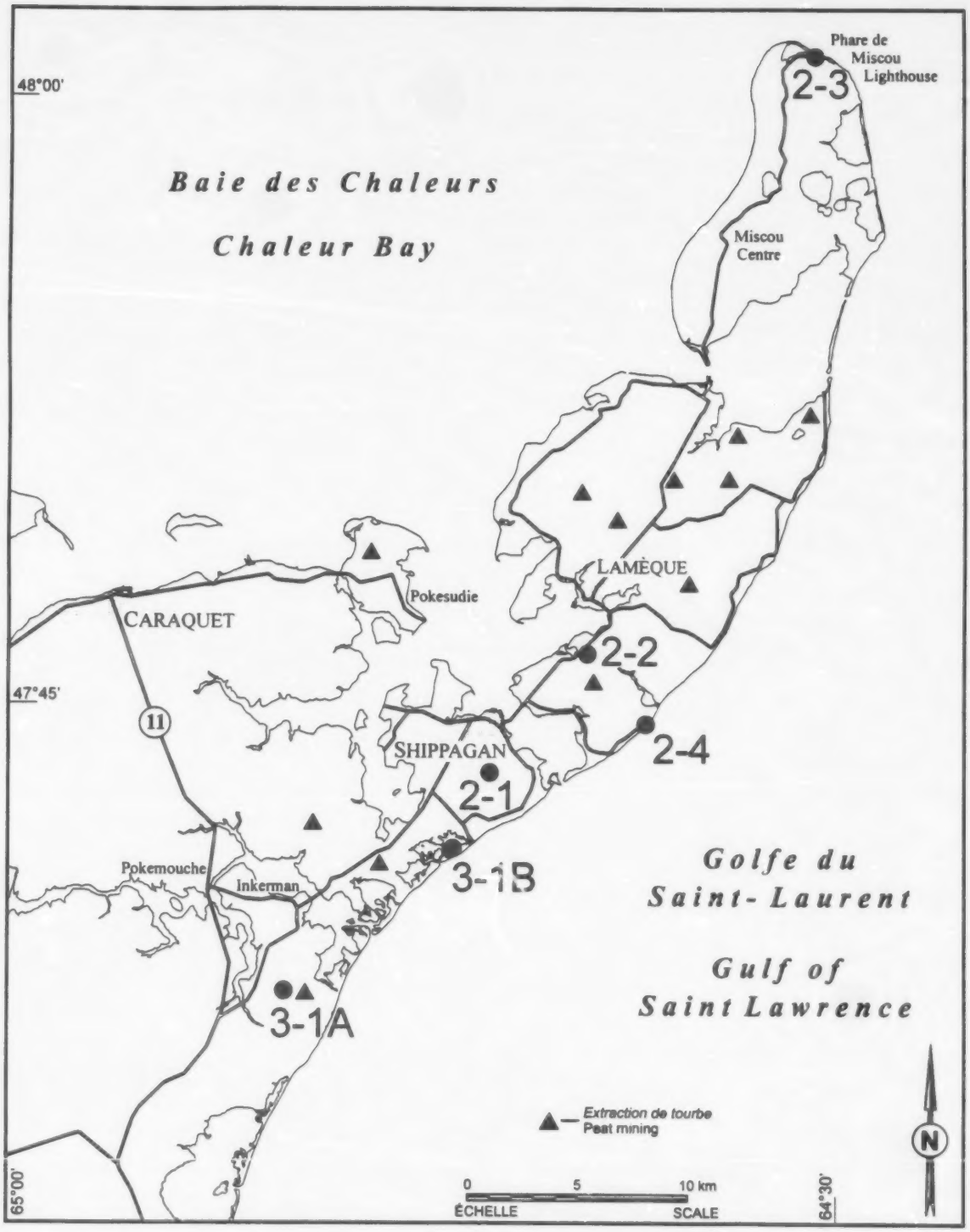


Figure 11. La Péninsule acadienne au nord-est du Nouveau-Brunswick.

très bonne qualité. Ce ne sera pourtant qu'en 1942, qu'une compagnie du nom de *Western Peat Moss* ayant son siège social à New-Westminster, en Colombie-Britanique, s'installe à Shippagan. L'usine est construite sur un terrain acheté par la compagnie et localisé aujourd'hui à l'arrière du centre commercial Carrefour. En 1953, *Atlantic Peat Moss* se porte acquéreur de l'usine de Shippagan.

À l'époque, la tourbe est extraite manuellement à l'aide d'une pelle. Les blocs, qui mesurent environ 40 cm (16 pouces) de longueur sur 23 cm (9 pouces) de largeur et 13 cm (5 pouces) d'épaisseur, sont empilés de façon à faciliter leur assèchement par le vent et le soleil. Le transport des blocs vers l'usine s'effectue au début par convoyeur et, plus tard, par tracteur. Arrivés à l'usine, les blocs de tourbe sont broyés mécaniquement et empaquetés, puis le produit final est expédié en train ou en camion aux clients.

En 1959, un incendie cause de sérieux dommages à l'usine. Le propriétaire la rénove l'année suivante et y ajoute un séchoir artificiel ainsi qu'un convoyeur pour le transport de la tourbe vers l'usine. En 1970, les activités d'extraction de tourbe cessent sur la tourbière située aux abords du lac de Le Goulet; l'usine ferme ses portes vers la fin des années 80. Aujourd'hui, le site est propriété de la compagnie de tourbe *Sun Gro Horticulture Inc.* qui exploite deux sites au Nouveau-Brunswick, l'un à Maisonnette, l'autre sur l'île de Lamèque[4].

Restauration naturelle de la tourbière

Après la fermeture de l'usine et l'abandon des activités d'extraction, la tourbière se rétablit d'elle-même, sans intervention humaine. Dans la tourbière de Shippagan, les tranchées creusées lors de l'excavation de la tourbe mesurent 18 m sur 60 m et sont séparées par des terre-pleins d'une largeur moyenne de 5 m (Robert, 1997). L'épaisseur de la tourbe laissée en place est d'environ 0,6 m dans les tiers latéraux des tranchées et de 1 m dans le tiers central. D'étroits canaux de drainage bordent les tranchées, encore reliées entre elles par des canaux principaux. En 1984, alors que l'eau s'accumulait déjà dans les canaux principaux bloqués naturellement par effondrement des parois taillées dans la tourbe, le blocage a été achevé par la municipalité de Shippagan (Robert, 1997).

Les travaux d'Élisabeth Robert (1997) indiquent que, malgré les impacts écologiques de l'exploitation, une végétation dominée par les sphaignes et les éricacées et à nouveau accumulatrice de tourbe s'est régénérée dans certaines des tranchées de la tourbière de Shippagan. Elle conclut ainsi :

> "Les analyses des macrorestes végétaux révèlent que le développement d'une végétation de composition similaire à celle des tourbières non perturbées résulte d'une paludification directe du substrat résiduel par *Sphagnum fuscum, S. capillifolium* et *S. magellanicum*. La paludification directe du substrat résiduel a été favorisée par le blocage des canaux de drainage principaux, par les propriétés physiques du catotelme partiellement laissé en place, par le remouillage du substrat résiduel, par le relief et, localement, par le microrelief et, plus tard, par la présence des éricacées, de *Polytrichum strictum* et *Eriophorum spissum*.
>
> "La succession végétale montre la dominance initiale ou rapide des sphaignes et leur maintien en cours de succession. La croissance des sphaignes couvertes d'éricacées a mené à l'enfouissement complet des touradons d'*Eriophorum spissum* et partiel des colonies de *Polytrichum strictum*. La convergence de la succession végétale vers la formation de buttes et de platières par *Sphagnum fuscum, S. capillifolium* et *S. magellanicum* sous couvert d'éricacées, même lorsque la paludification s'est amorcée au sein de colonies de *P. strictum* ou à proximité de touradons d'*E. spissum*, confirme l'aptitude des sphaignes à orienter la succession lorsqu'elles réussissent à occuper un habitat. Les conditions hydriques, trophiques et floristiques prévalant actuellement sur le site laissent présager que la restauration des écosystèmes tourbeux est possible après abandon de l'exploitation.

[4] *Le nom de Lamèque est dérivé du toponyme micmac* Elmugwadasik *signifiant « la tête est tournée de côté ». C'est en effet comme si la tête de la baie était tournée de côté (Gaudet, 1998).*

"Dans la perspective du développement des techniques de restauration des tourbières abandonnées, les résultats confirment que la recherche doit continuer à s'orienter vers des interventions favorisant la paludification directe du substrat résiduel. L'établissement de petites colonies de sphaignes peut mener à la formation de nouvelles accumulations de tourbe. Par ailleurs, l'introduction simultanée d'espèces compagnes peut réduire les impacts du déficit hydrique initial tout en augmentant la diversité végétale et en stimulant les interactions naturelles entre les espèces qui forment le cortège floristique des tourbières non perturbées."

HALTE 2-2 : RESTAURATION D'UNE TOURBIÈRE APRÈS SON EXPLOITATION À DES FINS COMMERCIALES À LAMÈQUE

Guides : François Quinty et Line Rochefort

But : Observer les techniques de restauration d'une tourbière après son exploitation commerciale à l'aide de récolteuses pneumatiques.

DESCRIPTION

Depuis le printemps 1997, le site de l'île Lamèque est l'hôte de deux expériences complètement distinctes. La première teste la résistance au vent de trois sortes de paillis (Eromat, Curlex et paille) et compare leur efficacité sur l'établissement des sphaignes, selon un dispositif expérimental défini. La deuxième expérience est un exercice à moyenne échelle cherchant à évaluer l'effet de modifications de la topographie sur les conditions hydrologiques de l'ensemble du site.

Information sur le site

À l'origine, le centre des planches était complètement dénué de végétation et la microtopographie témoignait d'un processus de gel-dégel très actif. Chaque côté des canaux avait été recolonisé par des bandes d'éricacées et quelques groupes de polytriche. Les sphaignes avaient poussé en bandes encore plus étroites, centrées sur les canaux. La présence des sphaignes dans les anciennes tranchées atteste d'une ancienne coupe à blocs.

Des données sur la profondeur de la nappe phréatique et le contenu en eau sont disponibles pour cette expérience.

Il faut noter que la construction de la piste cyclable, le long du site, en a considérablement modifié l'hydrologie en faisant monter le niveau d'eau. Cette situation semble avantager les sphaignes.

RÉSULTATS

1- Expérience des paillis

L'analyse des résultats de 1998 indique que les plantes vasculaires obtiennent un pourcentage de recouvrement plus élevé sous l'Éromat que sous les deux autres paillis. Cependant, les différences entre les divers paillis sont très faibles. D'un autre côté, la paille semble avoir un effet positif sur la croissance des mousses contrairement à l'Éromat et au Curlex. Pour les autres plantes, il n'y a pas de différences dans le recouvrement selon le type de paillis. La conclusion générale pour l'année 1998 est que la paille semble la meilleure option puisqu'elle a également l'avantage d'être beaucoup plus économique.

Lors de la rédaction de ce guide, les analyses de 1999 n'étaient pas achevées. Par contre, les observations faites sur le terrain témoignent d'un plus grand recouvrement par les sphaignes et les autres mousses se trouvant sous la paille. La question de la résistance au vent n'a pu être étudiée, car le site de Lamèque s'est

révélé moins exposé qu'on ne le pensait. La paille semble toujours être le meilleur paillis, mais, dans un contexte venteux, les résultats auraient peut-être été différents.

2- Expérience sur la topographie

L'objectif premier de cette expérience était d'aplanir le centre bombé des planches pour se débarrasser de la microtopographie et de la croûte qui s'y était formée. La tourbe ainsi récoltée est utilisée pour former des remblais perpendiculaires aux planches dans le but de mieux répartir l'eau. Cette opération a été faite avec un bouteur. La quantité de matériel enlevé a été telle que des remblais ont aussi été formés de chaque côté de la zone centrale bombée des planches. Il en résulte une topographie qui ressemble plus à des bassins qu'à des remblais perpendiculaires.

L'un des résultats intéressants est que les plantes ont été récoltées tout près, de l'autre côté du petit chemin, dans des zones qui se sont restaurées naturellement. Cela veut dire qu'il est possible d'utiliser des zones restaurées comme source de plantes pour la restauration.

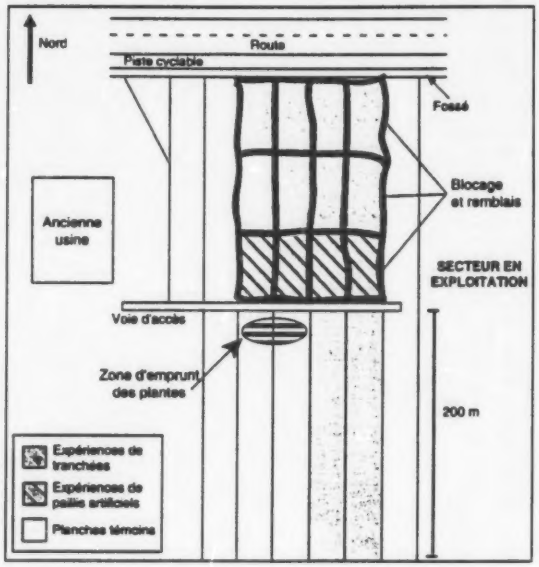


Figure 12. Le site de Lamèque.

Enfin, les sphaignes récoltées dans la zone d'emprunt comprenaient des espèces poussant en milieu aquatique. Celles-ci ne forment pas de buttes ou d'accumulation, mais plutôt des tapis de sphaignes. Nous observons la même situation dans les zones en restauration, que ce soit dans les zones humides (en bordure des canaux) ou plus sèches (au milieu des planches). Les sphaignes s'étendent, mais s'accumulent à un rythme beaucoup moins rapide que dans la plupart des autres sites à l'étude.

HALTE 2-3 : LE PHARE DE MISCOU

Guides : Lee Swanson et Jacques Thibault

But : Observer un complexe de tourbières ainsi que la flore et la faune côtières connexes.

DESCRIPTION

Lorsqu'on se déplace vers le nord le long de la route 113, on atteint un phare situé à la pointe nord de l'Ile Miscou. Du haut du phare, on peut voir une vaste tourbière ombrotrophe qui s'étend au-delà de l'horizon ainsi qu'une lagune saumâtre et un système de dunes qui dérive sur la lisière de la tourbière. Le phare offre aussi un excellent point d'observation des oiseaux aquatiques tels que le cormoran à aigrettes, l'eider à duvet, le huart à gorge rousse, le garrot à œil d'or, le canard kakawi, la macreuse à front blanc, la macreuse à bec jaune, la macreuse à ailes blanches et le fou de Bassan.

Nous allons marcher jusqu'à la lagune saumâtre qui se trouve à proximité et qui est protégée par un système de dunes et de plages. La flore de la lagune présente des extrêmes entre les espèces tolérantes au sel et les espèces d'eau douce. On y trouve par exemple le carex faux rubanier (*Sparganium* sp.), l'éléocharis (*Eleocharis* sp.), la scirpe (*Scirpus* sp.), la spartine pectinée d'eau douce (*Spartina pectinata*) et le millepertuis commun des marais (*Triadenum fraseri*). Une ancienne forêt enterrée, probablement

composée d'épicéa et de mélèze laricin, est en train d'émerger suite à l'érosion de la tourbière du côté terre ferme de la lagune.

Nous allons également marcher le long de la plage et observer une zone où la dune chevauche la lisière de la tourbière. Le long de la plage, nous verrons peut-être des espèces d'oiseaux aquatiques en migration, par exemple le pluvier kildir, le pluvier à cou blanc, la maubèche semi-palmée, le tournepierre à collier, le grand chevalier, le petit chevalier et le représentant d'une espèce en danger, le pluvier siffleur, qui se reproduit à proximité. Le pluvier siffleur fait partie des espèces en danger de la province et de l'ensemble du Canada.

HALTE 2-4 : FALAISES DE TOURBE CÔTIÈRES

Guides : Michel Savard et Jacques Thibault

But : Observer les falaises de tourbe qui se sont formées en bordure d'une tourbière sous l'effet de l'érosion due à l'action des vagues.

DESCRIPTION

On peut fréquemment observer des falaises de tourbe, dont la hauteur peut atteindre 4 m, le long du littoral maritime du Nouveau-Brunswick. Ces falaises résultent de l'érosion due à l'action des vagues et à l'élévation constante du niveau de la mer. Les diverses couches d'une falaise de tourbe illustrent bien l'évolution historique d'une tourbière.

Du bois recueilli en 1999 par J.-Y. Daigle (Centre de recherche et de développement de la tourbe - Shippagan, Nouveau-Brunswick) à la base de la tourbière remonterait à 3635 avant le présent ± 50 ans (BGS 2181). Ce bois se trouvait sous 190 cm de tourbe, ce qui permet de supposer que celle-ci s'accumule localement au rythme d'environ 0,5 mm par an. La base de la section, qui fait l'objet d'une érosion active sous l'effet des vagues, est à peu près à la même hauteur que le niveau moyen de la haute mer.

Le département de géographie du campus Shippagan de l'Université de Moncton étudie le site Chiasson depuis 1998 afin de mieux comprendre la dynamique de l'érosion côtière le long d'un littoral où la tourbe prédomine. Ce département a mis en place des repères permanents et effectue des levés réguliers pour mesurer le rythme du retrait côtier et en étudier le processus. Il est courant d'observer des rythmes de retrait de un mètre par an le long du littoral provincial constitué de tourbe.

HALTES – JOUR 3

EXTRACTION DE LA TOURBE, VISITE EN BATEAU D'UNE LAGUNE CÔTIÈRE ET D'UN COMPLEXE DE MARAIS SALÉS, TOURBIÈRES NATURELLES DU PARC NATIONAL DE KOUCHIBOUGUAC, CORDON SABLONNEUX ET MARAIS SALÉ CONNEXE À BOUCTOUCHE.

Introduction

Au cours de la matinée, les participants se diviseront en deux groupes : l'un visitera la lagune côtière et le complexe de marais salés, tandis que l'autre visitera un site d'extraction de la tourbe exploité par *La Compagnie de Tourbe Fafard ltée / Fafard Peat Moss Company Ltd.* (Haltes 3-1A et B, fig. 11). Les deux groupes se réuniront plus tard pour le repas de midi. Dans l'après-midi, nous nous dirigerons vers le sud et traverserons la Miramichi pour nous rendre au parc national de Kouchibouguac où nous visiterons le centre d'accueil du parc et une tourbière naturelle (fig. 13). Nous continuerons ensuite notre excursion vers le sud

en direction de Bouctouche[5] où nous explorerons la dune de Bouctouche faisant partie de l'Éco-Centre Irving. La journée se terminera à Moncton.

HALTE 3-1A : VISITE DE LA LAGUNE DE POKEMOUCHE

Guides : Lee Swanson et Gilles Godin

But : Observer la faune et la flore d'un système de marais salé et de lagune côtiers.

DESCRIPTION

Le marais côtier de la baie de Petit Pokemouche[6] subit fortement l'action des marées et constitue un site unique en son genre dans la province. Le marais sert d'habitat à diverses espèces florales et fauniques. C'est une zone qui a été relativement peu perturbée et où l'on peut observer de nombreux oiseaux de rivage, surtout en période de migration.

Une fois rendus à cet endroit, nous allons nous diviser en deux groupes. Un groupe visitera la baie et le marais en bateau et l'autre explorera la région à pied. Chacun pourra participer aux deux activités. Le groupe à pied commencera par longer la plage et cherchera à observer des oiseaux aquatiques et des oiseaux de rivage. De plus, nous verrons probablement des sternes communes, des sternes arctiques, des goélands à manteau noir, des goélands argentés et des goélands à bec cerclé. Vous disposerez de jumelles et de télescopes et serez accompagné d'un ornithologue.

Figure 13. Itinéraire - après-midi du Jour 3

Nous allons ensuite traverser la dune et observer le marais salé où nous verrons peut-être des oiseaux de rivage en quête de nourriture, comme le pluvier argenté, et des oiseaux aquatiques tels que le canard noir, la sarcelle à ailes vertes, la sarcelle à ailes bleues, le canard siffleur d'Amérique et la bernache

[5] *Bouctouche est un dérivé du toponyme micmac* Puktusk *qui signifie « grand petit havre » ou « petite baie à l'abri des vents » (Gaudet, 1998).*

[6] *Pokemouche signifie « de l'eau salée qui s'étend à l'intérieur des terres ». En langue micmac,* Pokomoochpetooaak *(Gaudet, 1998).*

du Canada, pour n'en nommer que quelques-uns. Ce marais présente une zonation tout à fait classique de flore de marais salé, allant du marais bas dominé par la spartine pectinée (*Spartina alterniflora*) au marais haut dominé par la spartine étalée (*Spartina patens*) et à la végétation des dunes. Le marais bas renferme aussi des algues et de la vallisnérie spirale (*Zostera marina*). Le marais haut abrite d'autres espèces comme la salicorne européenne (*Salicornia europaea*), le glaux maritime (*Glaux maritima*), le plantain maritime (*Plantago maritima*), la saladelle (*Limonium nashii*) et la verge d'or toujours verte (*Solidago sempervirens*), ainsi que quelques espèces de *Juncus*. Les dunes sont garnies d'espèces telles que l'élyme des sables, l'anmophile à ligule courte, la livèche écossaise (*Ligusticum scothicum*), l'ansérine (*Potentilla anserina*) et la gesse maritime (*Lathyrus japonicus*).

Les participants à la visite en bateau exploreront la lagune et le marais salé dont ils pourront observer la flore et la faune. Parmi les oiseaux, ils verront peut-être ceux que l'on vient de nommer et aussi le grand héron, le balbuzard, l'aigle à tête blanche et le bruant à queue aiguë. Les mammifères courants comprennent le renard roux, le rat musqué et le coyote. Les marais salés du Nouveau-Brunswick servent d'habitat à un certain nombre d'espèces de poissons parmi lesquels on compte le bar d'Amérique, le gaspareau, l'éperlan, l'esturgeon, l'alose et le mummichog (*Fundulus heteroclitus*). Bien sûr, nous rencontrerons sans doute certains des habitants les plus estimés de ces lieux, les moustiques des marais salés *Aedes sollicitans* !

HALTE 3-1B : EXPLOITATION DES TOURBIÈRES À L'AIDE DE RÉCOLTEUSES PNEUMATIQUES

Guides : Laurent Boudreau et Jacques Thibault

But : Observer les méthodes d'exploitation et de traitement de la tourbe telles qu'elles sont pratiquées au Nouveau-Brunswick.

DESCRIPTION

La Compagnie de Tourbe Fafard ltée exploite une tourbière à Inkerman (Tourbière 532), au sud de Shippagan (fig. 11). Cette entreprise, qui exploite aussi quatre autres tourbières du Nouveau-Brunswick, a été la première à exploiter une tourbière à des fins commerciales dans la province (près de Shippagan, en 1942). Fafard vend ses produits principalement aux États-Unis, mais aussi au Canada et au Japon.

Cette tourbière côtière occupe une superficie totale de 595 ha dont environ 350 ha sont utilisés. La tourbière est exploitée commercialement depuis 1955. Le bog, principalement de type ouvert, est recouvert de sphaignes et d'arbustes; les lisières contiennent de l'épinette noire. L'épaisseur maximale de la tourbe est de 6,4 m. Plus de 90 % du volume total de tourbe se compose de sphaigne pure avec de petites lentilles dispersées de sphaigne arbustive. Le reste est formé d'une couche de carex basale bien humifiée d'une épaisseur moyenne inférieure à un mètre (fig. 7). La surface de la tourbière s'incline vers le nord et le sud à partir du dôme central. Le système de fossés draine l'eau vers le sud en direction de la rivière Pokemouche et vers l'est en direction du golfe du Saint-Laurent. On a aménagé un ensemble de bassins de sédimentation servant à réduire la charge de sédiments contenue dans l'eau qui se déverse à l'extérieur. Par endroits, la base sous-jacente de la tourbière s'enfonce jusqu'à deux mètres au-dessous du niveau de la mer.

Exploitation de la tourbière

Pendant la saison de production (de mai à septembre), on passe la surface du terrain à la herse pour favoriser le séchage de la couche de tourbe superficielle. Quand l'humidité superficielle atteint 50 %, des récolteuses pneumatiques parcourent le terrain pour y aspirer les fibres de tourbe sèches (fig. 14). On peut régler la hauteur des buses d'aspiration pour obtenir la tourbe la plus sèche. À l'extrémité du terrain, la tourbe est déchargée et mise en tas par des tracto-chargeurs. Chaque section de terrain est aspiré environ trente fois par saison de production (le nombre réel varie en fonction des conditions climatiques).

Conditionnement de la tourbe

La tourbe entassée en vrac est chargée sur des remorques et amenée à l'usine où on commence par la tamiser pour la débarrasser des brindilles et des racines. Elle est parfois soumise à un nouveau tamisage pour obtenir la granulométrie voulue.

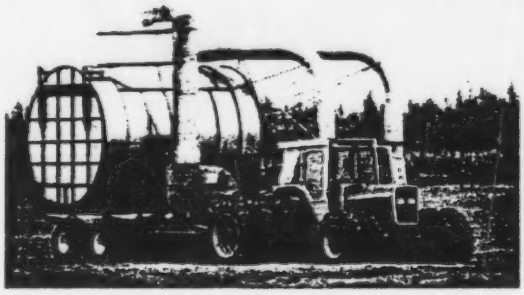


Figure 14. Récolteuse pneumatique.

La tourbe est ensuite transportée par convoyeur jusqu'à un réservoir placé au-dessus des presses d'ensachage. On glisse des sacs vides de polyéthylène sur la partie inférieure d'une boîte de conditionnement. La boîte se ferme et l'on fait tomber un volume précis de tourbe dans un tube où elle est comprimée par un piston (habituellement, son volume est alors réduit de moitié). Le cycle se termine au moment où la boîte s'ouvre et où le sac est scellé puis transporté sur le convoyeur jusqu'à un camion ou à l'aire de stockage. De nos jours, le conditionnement de la tourbe se fait généralement de manière automatique. Les très gros paquets sont manutentionnés par des chariots élévateurs.

À quoi sert la tourbe?

La tourbe est un produit végétal qui sert à de multiples usages. C'est cependant dans les domaines de l'horticulture et de l'agriculture qu'elle est le plus utilisée, car ses caractéristiques physiques et chimiques en font un conditionneur de sol idéal.

HALTE 3-2 : LES TOURBIÈRES DU PARC NATIONAL DE KOUCHIBOUGUAC

Guide : Éric Tremblay

But : Observer les zones de végétation d'une bog bombée de type courant.

DESCRIPTION

Après le repas, nous nous dirigerons vers le sud et traverserons la rivière Miramichi[7] pour nous rendre au parc national Kouchibouguac qui est administré par Parcs Canada. Le parc forme un ensemble d'habitats côtiers et intérieurs comportant des plages de sable, des dunes, des marais salés, des cours d'eau, des forêts et des terrains découverts. En 1971, on réserva une zone située près de Richibucto pour y créer le parc national de Kouchibouguac. Ce nom a été emprunté à la rivière Kouchibouguac, dont l'appellation dérive du toponyme micmac *Pijeboogwek* (rivière du long chenal de marée). Le parc a une superficie de 23 880 ha, dont 18 pour cent est constitué d'un habitat marin. De plus, le parc contient environ 204 km de rivage où l'on trouve principalement des habitats de type marin, lacustre, de rivière et d'estuaire. Nous arrêterons au centre d'accueil des visiteurs où les agents d'interprétation nous présenteront le parc.

Les agents d'interprétation nous conduiront ensuite à la tourbière Kellys, l'une des tourbières du parc. Nous aurons l'occasion de traverser le bog sur un trottoir en bois et d'y observer la flore et la faune. Les tourbières du parc (d'une superficie approximative de 4 970 ha) sont typiques de la région. Elles résultent de l'accumulation de tourbe dans des dépressions peu profondes, il y a environ 5 000 ans. La végétation des bogs se caractérise par la présence d'éricacées et de couches de tourbe qui peuvent atteindre 6 m d'épaisseur sur le dôme. Parmi les mammifères qui vivent dans les tourbières, citons le cerf de Virginie, l'orignal, l'ours noir, le coyote, le vison, la belette et plusieurs espèces de musaraignes, de souris et de taupes.

---

[7] *Le nom Miramichi vient apparamment du montagnais* Maissimeuassi, *qui voudrait dire « territoire des Micmacs ». Le nom aurait été conféré par Jacques Cartier en 1535 (Gaudet, 1998).*

HALTE 3-3 : CORDON CÔTIER SABLONNEUX ET MARAIS SALÉ CONNEXE

Guides : Naturalistes de l'Éco-Centre Irving, Lee Swanson, Jacques Thibault

But : Observer les habitats naturels associés à un cordon sablonneux et à un système de marais salés.

DESCRIPTION

L'Éco-Centre Irving de la dune de Bouctouche (*complexe de cordon sablonneux Bouctouche*) a pour mission de conserver l'une des dernières grandes barrières de sable non développées du littoral nord-est de l'Amérique du Nord. L'Éco-Centre, créé par la société J.D. Irving Limited, a été inauguré en 1996 et a accueilli 89 000 visiteurs dès la première année. Il a pour but de protéger l'écosystème naturel comprenant le cordon sablonneux et le marais salé et de permettre au public de se renseigner sur l'écologie des dunes et aux scientifiques d'y effectuer des recherches. Lorsque nous serons sur les lieux, des agents d'interprétation nous feront faire un tour guidé de la dune et du marais salé. La dune abrite actuellement cinq couples de pluviers siffleurs (une espèce en danger). Nous aurons peut-être la chance de les observer.

Le complexe de la baie de Bouctouche présente un environnement particulièrement intéressant pour l'étude de la sédimentation le long d'un littoral et d'un estuaire. Ce complexe occupe une superficie de 33 km² comprenant l'estuaire noyé d'une rivière, une lagune et un marais côtiers, ainsi qu'un cordon littoral récurvé complexe très bien développé (Thibault, 1978). Un cordon littoral est une sorte de barrière de déposition côtière qui se forme du côté dérive d'une cellule littorale (Ollerhead et Davidson-Arnott, 1995). Le cordon sablonneux de Bouctouche est une structure côtière de 11 km de longueur qui comporte une section proximale étroite caractérisée par la présence d'une avant-dune encline au débordement. Il comporte aussi une section distale beaucoup plus large qui est en progression et qui se caractérise par la présence d'une avant-dune bien développée juxtaposée à une série d'anciennes avant-dunes.

Le cordon de Bouctouche a probablement été formé au cours des 2 000 dernières années, tandis que les dunes survivantes de la section distale ont été formées au cours des 800 dernières années (Ollerhead *et al.*, 1994). Depuis 1945, la section distale du cordon de Bouctouche n'a pas progressé et ne s'est pas allongée de manière mesurable. Cela est dû au fait que le taux de croissance verticale actuelle du cordon est égal ou inférieur au taux d'élévation relatif du niveau de la mer (Ollerhead et Davidson-Arnott, 1994). Le cordon ne reçoit actuellement qu'un apport limité de sédiments. Ceux-ci sont érodés à partir de la section centrale, transportés du côté distal, puis emportés au large par les courants de reflux. La section centrale du cordon va probablement se rompre au cours des cent prochaines années. Lorsque cela arrivera, la section distale subira une forte érosion et pourrait être détruite. À la suite de ces événements, le cycle de reconstruction et de migration en direction de la terre recommencera probablement à un nouvel endroit plus près de la terre que le cordon actuel, au fur et à mesure que le niveau relatif de la mer continuera à s'élever (fig. 15). Pour bien comprendre l'évolution à long terme du cordon de Bouctouche, il faut présumer qu'il migre en direction de la terre sous l'effet de processus permanents comme le débordement et du processus plus discret, mais catastrophique, de dépassement (Ollerhead et Davidson-Arnott, 1994).

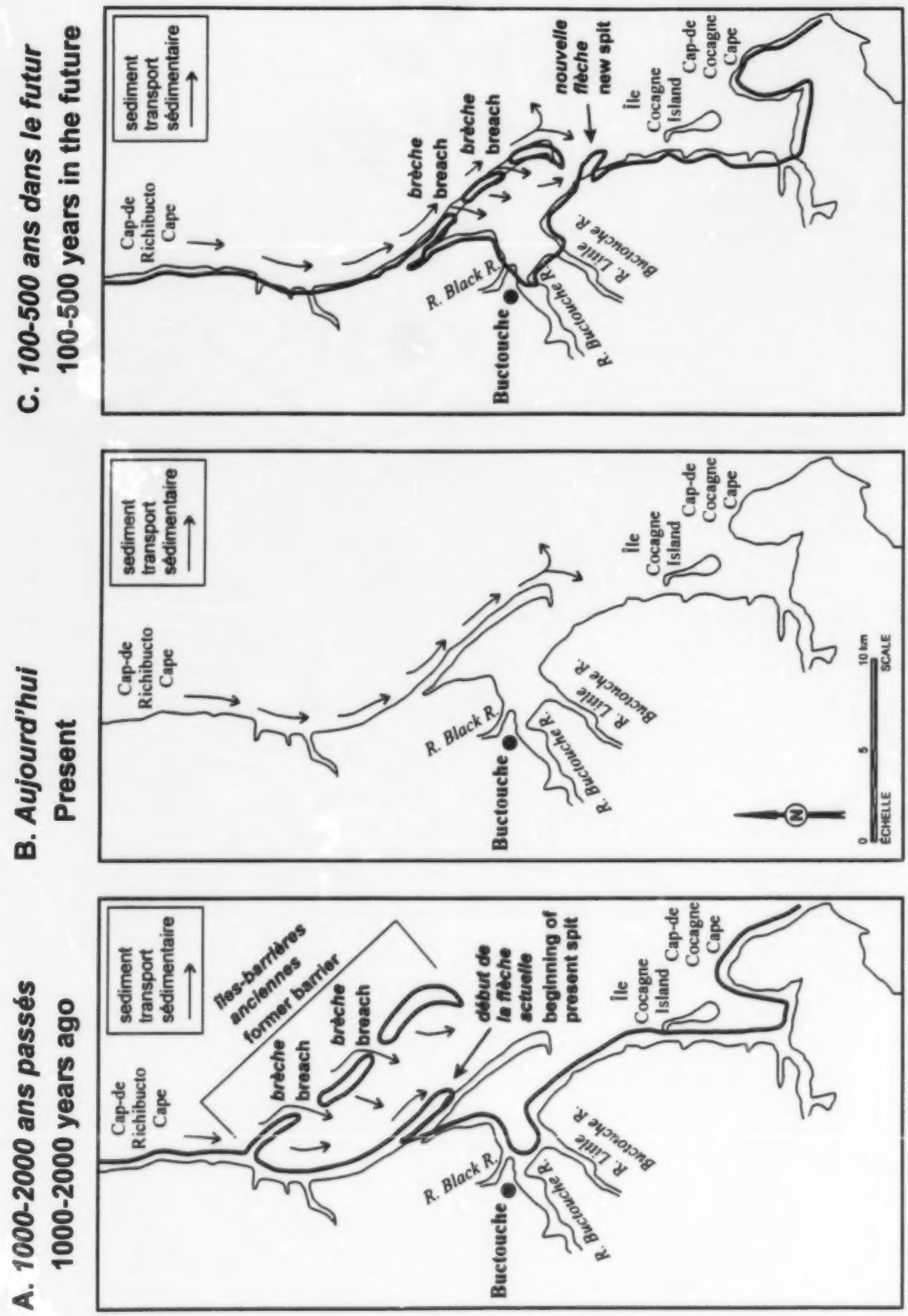


Figure 15. Évolution de la flèche littorale sablonneuse de Bouctouche.

HALTES – JOUR 4

LES MARAIS SALÉS DE LA BAIE DE FUNDY ET LA DYNAMIQUE DE LA SÉDIMENTATION D'UN ENVIRONNEMENT MACROTIDAL.

Introduction

La baie de Fundy est un prolongement du golfe du Maine vers le nord-est. Étant donné que le Gulf Stream contourne ce système, les eaux y sont plus froides que celles qui longent la côte atlantique du Nouveau-Brunswick. La baie de Fundy est célèbre pour l'extrême amplitude de ses marées. Celle-ci augmente à partir de l'embouchure de la baie (~6 m) jusqu'à sa limite amont dans les rivières où elle peut atteindre 22 m au moment des grandes marées (qui ont la plus grande amplitude au monde).

HALTE 4-1 : LE MARAIS DE WOOD POINT : UN MARAIS SALÉ MODERNE – VÉGÉTATION ET DYNAMIQUE DE LA SÉDIMENTATION

Guide : Gail Chmura

But : Examiner le paysage d'un marais salé et observer la manière dont les plantes se sont adaptées à un régime macrotidal.

DESCRIPTION

Nous suivrons la route 935 en direction sud à partir de Sackville. Nous arrêterons près de la maison n° 773 entre Allen Creek et le ruisseau situé plus au nord (fig. 16). L'autobus se garera sur un terrain dégagé du côté marais (est) de la route. Veuillez faire attention, car des postes de surveillance permanente de la sédimentation sont placés dans le marais local. Nous les éviterons en pénétrant dans le marais à partir du talus bordant la route au nord du ruisseau sans nom. Vous devrez vous munir de bottes, car le terrain est très boueux. La boue qui se trouve sur les bords du ruisseau est très molle et presque impraticable. Il est préférable de traverser le ruisseau aux endroits plus élevés où les points de passage sont plus étroits. Notre exploration nous permettra d'observer les communautés végétales typiques des marais salés de Fundy.

Adaptation des plantes à l'environnement du marais salé

Les marées basses découvrent de vastes slikkes intertidales qui ont des superficies très importantes dans la partie supérieure de la baie. Les marais salés se situent en altitude juste au-dessus des slikkes intertidales, dans des anses abritées et le long des courants de marée. On suppose que les quelque 9 202 ha (Hanson et Calkins, 1996) de marais salés qui bordent actuellement les rives de la baie de Fundy au Nouveau-Brunswick et en Nouvelle-Écosse ne représentent plus que 15 % de la superficie totale du marais qui existait avant l'arrivée des Européens et la construction de digues.

Les marais salés que l'on trouve ici ont beaucoup de traits communs avec ceux qui se situent plus au sud et qui ont été étudiés d'une manière plus approfondie (voir les travaux de Bertness 1999, Teal 1985 et Nixon 1982). La végétation est dominée par des plantes herbacées, surtout par des herbes. Le long du littoral ouest de l'Atlantique, de la côte de la Géorgie jusqu'à la baie de Fundy, les deux types d'herbe les plus fréquents sont le foin de marais salé (*Spartina patens*) qui domine le marais haut et la spartine pectinée (*Spartina alterniflora*) qui domine le marais bas (fig. 6). Ces herbes et d'autres espèces disposent de moyens d'adaptation spéciaux qui leur permettent de survivre dans des sols salins ou inondés. Lors de l'inondation par la marée, les plantes situées à moindre altitude sont immergées, ce qui ne leur permet plus de respirer normalement. *Spartina alterniflora* peut alors se mettre en mode de métabolisme anaérobique (fermentation alcoolique), ce qui lui permet de respirer sans oxygène, mais à un prix élevé pour les réserves énergétiques

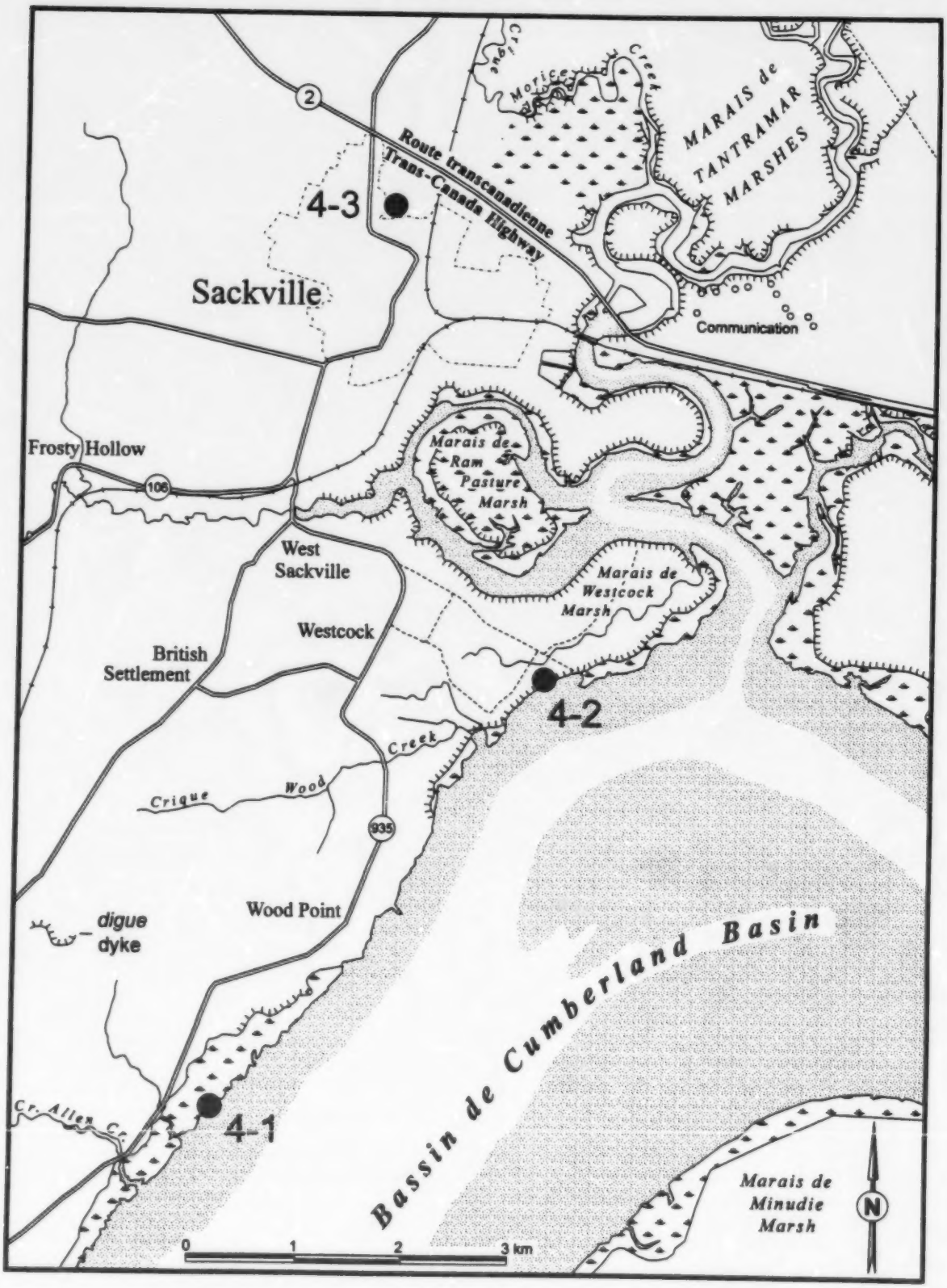


Figure 16. Carte de la région de Sackville (Nouveau-Brunswick) montrant les points d'intérêt du Jour 4 de l'excursion.

de la plante et sa productivité (Mendelssohn *et al.*, 1981 et 1982). En outre, l'un des sous-produits (l'éthanol) du métabolisme anaérobique est une phytotoxine, qui est libérée dans la rhizosphère. À mesure que les sols deviennent anaérobiques, les bactéries réduisent les sulfates (transportés par l'eau de mer) en sulfures. Le stress généré par le mauvais drainage du sol peut provoquer le rabougrissement des plantes et une diminution de leur productivité. Cependant, de nombreuses plantes des marais salés sont pourvues d'un tissu spécial, l'aérenchyme[8], qui se prête à la diffusion passive de l'oxygène des feuilles aux tiges, puis à la rhizosphère où les toxines du sol sont oxydées et prennent une forme bénigne (Mendelssohn *et al.* 1981 et 1982). Outre ses structures plus profondes, *Spartina alterniflora* produit aussi des racines (qui sortent de la tige au-dessus du rhizome) près de la surface du sol qui est plus exposé à l'oxydation.

Le sel présent dans les sols du marais crée un potentiel osmotique, ce qui engendre une situation similaire à la sécheresse. On peut donc en conclure que les végétaux du marais salé sont dotés de moyens d'adaptation structurels et physiologiques similaires à ceux des végétaux des déserts. D'ailleurs, beaucoup de plantes sont proches les unes des autres sur le plan taxinomique, tout spécialement dans la famille des *Chenopodiaceae*.

Les plantes ont adopté toutes sortes de stratégies pour s'adapter à la forte salinité du sol. La plupart des tissus des végétaux du marais salé contiennent de fortes concentrations de solutés afin de réduire au minimum la perte d'eau osmotique au niveau des racines. Beaucoup de plantes (p. ex., *S. alterniflora* et *Atriplex patula*) sont dotées de glandes qui concentrent le sel à la surface de la feuille[9] et l'en excrètent. La « succulence » est une autre stratégie des plantes du désert également adoptée par celles du marais salé. C'est chez *Salicornia* qu'elle est le plus apparente. En effet, cette espèce sans feuilles se contente d'une tige photosynthétique gonflée. *Salicornia* se protège du sel en l'emmagasinant dans des compartiments cellulaires distincts (vacuoles). Cette plante est comestible (les amateurs la consomment de préférence au début de l'été) et se vend commercialement en Europe. Essayez-la à Wood Point – elle a un agréable goût de sel!

L'une des manières de parer aux situations de sécheresse est d'éviter la perte d'eau. Certaines plantes y parviennent grâce à deux modes d'adaptation physiologique. Quelques herbes du marais salé (p. ex., les *Spartinas*) sont des plantes C-4. Elles sont munies d'un mécanisme photosynthétique additionnel qui leur permet de mieux absorber le CO_2 et donc de réduire la durée d'ouverture des stomates. Ceci constitue un avantage en ce sens que le H_2O gazeux s'échappe par les stomates. D'autres espèces, comme *Salicornia*, ont recours au métabolisme crassuléen, qui, comme le mécanisme d'absorption des plantes C-4, permet de mieux absorber le CO_2. Les végétaux à métabolisme crassuléen peuvent aussi emmagasiner le CO_2; ils peuvent donc absorber le CO_2 le soir, au moment où une quantité d'humidité moindre s'échappe des stomates. Les plantes conservent le CO_2 jusqu'à ce qu'elles puissent l'utiliser en photosynthèse le jour suivant.

Zonation de la végétation du marais salé

Plutôt que de s'incliner graduellement vers la slikke, la marge de séparation entre le marais bas et la slikke prend la forme abrupte d'un escarpement érosif (qui atteint parfois 2 m de hauteur). Le marais bas renferme essentiellement un peuplement monospécifique de *Spartina alterniflora* (spartine pectinée de marais salé), dont la partie inférieure est noyée à chaque marée. La spartine est associée à une algue épiphytique bleu-vert et souvent à un tapis d'algues brunes ancrées dans les sédiments à la base des tiges de spartine. Le long des berges du cours d'eau, la spartine est très courte, surtout quand on la compare à celle des berges des ruisseaux à l'intérieur du marais. Dans la baie de Fundy, même les spartines les plus hautes sont plus courtes que celles que l'on trouve dans les marais du sud (leur hauteur semble s'accroître à mesure que la latitude diminue).

---

[8] *On peut observer les grandes cellules à parois minces de l'aérenchyme à l'aide d'une loupe posée sur la section transversale de la tige.*

[9] *On peut parfois observer les cristaux de sel à la surface de la feuille, mais ici, à Wood Point, il se peut qu'ils soient obscursis par la boue de Fundy.*

La végétation du marais haut est une mosaïque de plantes herbacées et d'associations végétales dominées par les herbes. Les plantes qui dominent localement sont les espèces *S. patens* ou les herbacées telles que *Plantago maritima*, *Salicornia europaea* et *Triglochin maritima*. Il se peut que le jonc noir, *Juncus gerardi*, domine dans les zones plus hautes, par exemple sur les affleurements rocheux. Ici, à Wood Point, un carex, *Scirpus maritimus*, croît en bordure des hautes terres, probablement à cause de l'écoulement d'eau douce. Parmi les autres espèces que l'on trouve couramment dans le marais haut, mais qui sont rarement dominantes en termes de couverture ou de population sur pied, citons les herbacées *Atriplex patula*, *Glaux maritima*, *Sueada maritima*, *Spergularia canadensis*, *Limonium nashii* et l'herbe *Puccinellia maritima*. Dans certains marais de Fundy, on trouve, entre le marais haut et le marais bas aux caractéristiques bien définies, une zone intermédiaire que l'on pourrait appeler « marais moyen » où domine l'espèce *Plantago maritima* (Chmura *et al.* 1997).

Les associations végétales des marais salés offrent un excellent exemple du paradigme écologique qui explique comment se répartissent les espèces végétales sur un gradient environnemental. D'un côté, la répartition des espèces est limitée par sa tolérance au stress lorsque celui-ci va en augmentant (dans le marais salé, il s'agit probablement de l'altitude inférieure). De l'autre côté, dans le sens de la diminution du stress, la dominance d'une espèce est limitée par son aptitude à faire concurrence aux autres espèces (Pielou et Routledge, 1976). Dans le marais salé, la limite côté mer, ou limite inférieure de la dominance d'une espèce, dépend de sa tolérance aux stress associés à l'inondation résultant des marées. Lors des hautes marées printanières moyennes, il se peut que la hauteur de l'eau soit supérieure à 2 m au-dessus du marais bas et à 0,5 m au-dessus du marais haut. Toutefois, durant les marées de morte eau, seules les franges inférieures du marais sont inondées (Van Proosdij *et al.*, 1999). Cela se traduit par une zonation verticale évidente de la végétation dans les marais de Fundy (fig. 17). Si on l'examine de près, la végétation du marais haut ressemble souvent à une mosaïque disparate. Des relevés topographiques minutieux des associations végétales de la partie extérieure de la baie montrent que les irrégularités que l'on constate dans la répartition de la végétation sont souvent dues à des écarts d'altitude mesurés en centimètres (Chmura *et al.*, 1997). Ce genre de variation très faible n'est pas immédiatement apparent lorsqu'on parcourt la surface du marais.

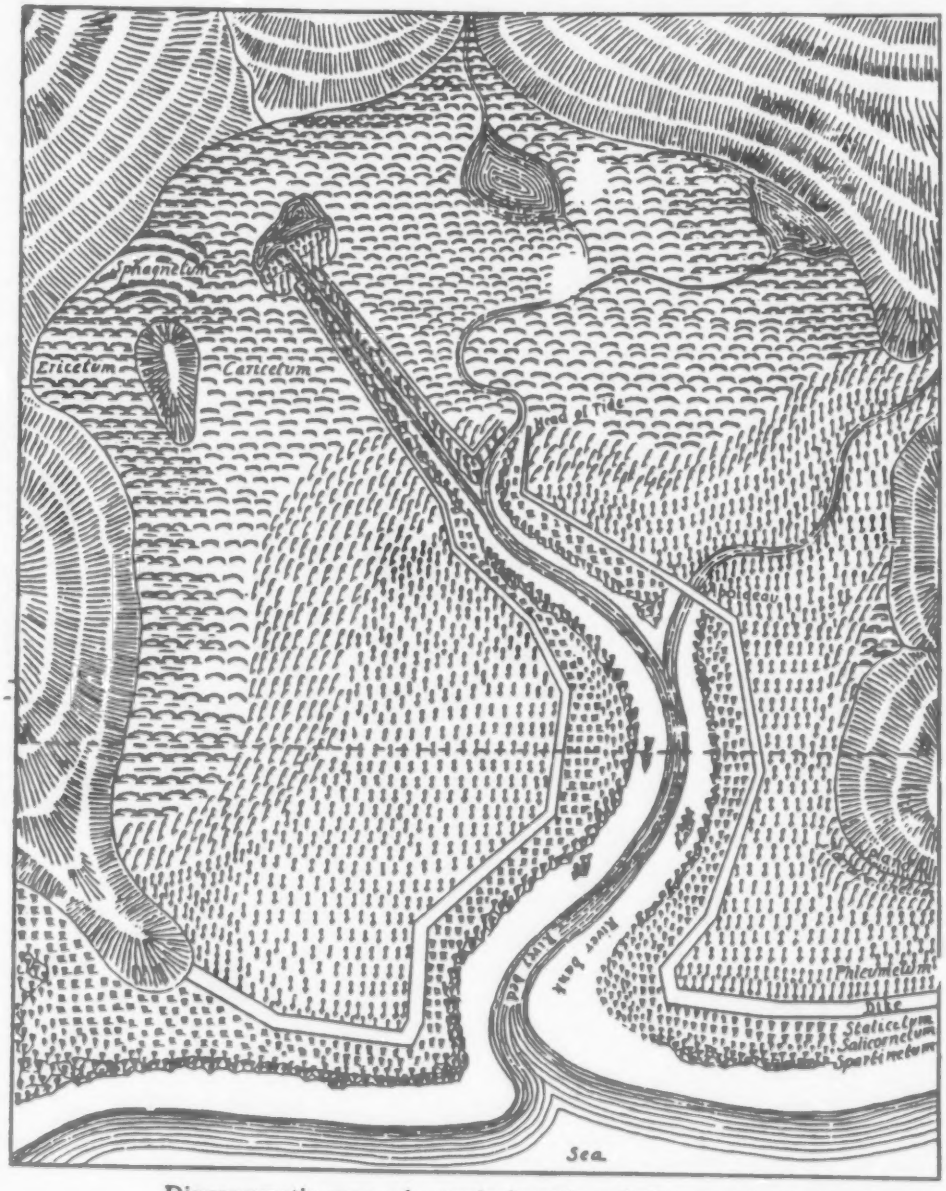
Productivité des plantes

Les transferts d'énergie et les modes de production au sein des marais salés ont fait l'objet d'études approfondies en Amérique du Nord. On attribue aux marais salés un taux considérable de production nette par rapport à la production des autres écosystèmes. La plupart de ces études ont été ciblées sur *S. alterniflora*. À l'occasion d'une analyse de la documentation ancienne sur la production des macrophytes dans les marais salés, Turner (1976) fait état d'un gradient d'ensemble nord – sud (27-45° N) où il constate que la production au-dessus du sol diminue au fur et à mesure que la latitude augmente. Toutefois, des études plus récentes portant sur la récolte sur pied de fin de saison de *S. alterniflora* dans sept marais situés le long de la baie de Fundy démontrent que la variabilité de la production est aussi importante que celle qui est signalée dans les données originales de Turner (Chmura, données non publiées). Nos résultats concordent avec les données selon lesquelles, parmi les espèces dominantes des marais, *Spartina alterniflora* est l'espèce la plus productive par unité de surface (tableau 1).

Tableau 1. Production primaire nette (g poids sec/m^2) de trois espèces dominantes dans le marais salé de Dipper Harbour, dans la baie de Fundy extérieure (Connor, 1995).

	S. alterniflora	*S. patens*	*P. maritima*
Au-dessus du sol	690	493	291
Au-dessous du sol	1575	1113	648

Les bordures des marais salés délimitent des anses et des baies qui servent d'alevinières pour les larves de poissons et les jeunes poissons (Shenker et Dean, 1979). La grande quantité d'alevinières dans les eaux



Diagrammatic map of a typical portion of the marshland, showing the ideal distribution of the principal associations (excepting the Aspidetum, on which see *infra*). In the upper left hand is a lake in process of reclamation; on the river banks are represented three of the "sedge-bogs."

Figure 17. Zones végétales à la surface d'un marais salé endigué de la baie de Chignecto, baie de Fundy (Ganong, 1903).

littorales a incité de nombreux scientifiques à proposer l'hypothèse selon laquelle les marais salés constitueraient une source importante de carbone dans les eaux côtières. Ce carbone se présente sous une forme dissoute ou sous la forme de particules de détritus provenant d'herbes de marais pourrissantes. Des scientifiques suggèrent que, comparativement aux marais du sud, une plus grande partie de la production de détritus des marais salés de Fundy est exportée par les marées et la glace hivernale, ce qui accroît la valeur de ces marais pour les alevinières (Gordon et Desplanque, 1983; Gordon *et al.*, 1985).

La majeure partie des matières organiques produites s'intègre aux sédiments des marais. Quiconque creuse un trou dans la surface du marais haut s'aperçoit que, au-dessous de *S. patens*, les matières organiques contiennent une forte proportion de détritus. Il est souvent difficile de déterminer à quelle profondeur la couche de détritus disparaît pour faire place au sol proprement dit. Dans le marais bas, les matériaux issus des plantes mortes se prêtent mieux à l'élimination par les eaux des marées et la glace hivernale. Cependant, le taux élevé de sédimentation boueuse qui se forme dans la partie supérieure de la baie entraîne également l'enfouissement des feuilles mortes et des tiges durant la saison de croissance. Au milieu de l'été, il n'est pas rare de trouver ici à Wood Point des feuilles enfouies provenant des tiges de spartine pectinée de l'année courante poussant sur les berges des ruisseaux.

L'accrétion des marais

À la fin de la glaciation wisconsinienne, la région de Fundy se trouva déprimée et submergée par l'océan. Le rebond isostatique provoqua le soulèvement des sédiments marins qui se trouvent maintenant au-dessus du niveau de la mer. Lorsque les mouvements isostatiques prirent fin et que l'élévation du niveau de la mer se poursuivit, les marais commencèrent à se former dans le bassin de Fundy. La couche de dépôts continue la plus ancienne que l'on signale dans la baie de Fundy remonte à 4 000 ans et a une profondeur d'environ 9 m (Scott et Greenberg, 1983).

Dans la baie de Fundy, les sédiments sont principalement constitués de dépôts infratidaux d'origine glaciaire. Ils peuvent aussi provenir de l'érosion marine des falaises côtières entourant la partie amont de la baie. La charge de sédiments en suspension est exceptionnellement élevée et décroît en direction de l'embouchure de la baie. Les sédiments sont transportés par les courants des marées et par la glace hivernale. C'est au printemps que l'on peut le mieux observer ce phénomène, car on peut voir des plaques de boue ou de tourbe érodée sur l'herbe morte du marais haut. Les plaques de boue sont souvent d'abord colonisées par des plantes annuelles (p. ex., *Atriplex*, *Salicornia* et *Sueada*) qui profitent de ces perturbations. Il est donc possible de reconnaître ces plaques de végétation plus tard au cours de la saison de croissance.

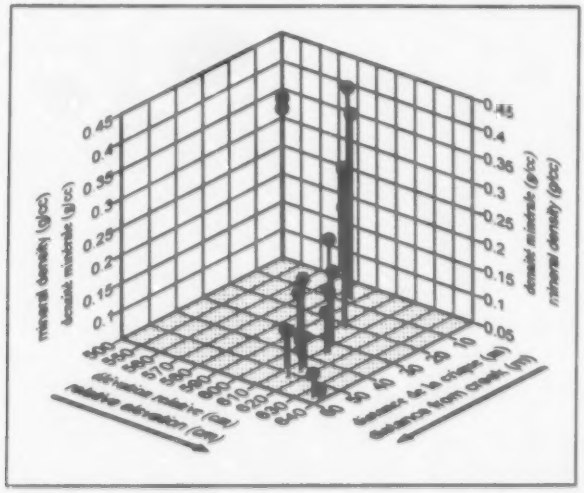


Figure 18. Relation entre la densité minérale et l'élévation du marais à Dipper Harbour, vers l'embouchure de la baie de Fundy

Les marais salés sont des pièges à sédiments naturels, car leur végétation permet de détourner les eaux des marées, donc de réduire l'aptitude des eaux de crue à transporter les sédiments en suspension (Christiansen et Miller, 1983). C'est pour cette raison que la quantité de sédiments minéraux contenue dans les sols des marais est liée à l'hydropériode ou à l'inondation (fig. 18). Dans cette région, c'est la grande amplitude des marées qui constitue la caractéristique dominante de l'hydropériode, plutôt que les tempêtes qui sont plus importantes sur les côtes mésotidales (<4 m) et microtidales (<2 m). La fréquence des inondations causées par les marées diminue en fonction de l'altitude (les limites supérieures du marais haut ne sont inondées qu'une fois par mois).

Les études portant sur l'accrétion des sédiments de surface dans les marais salés du littoral du Nouveau-Brunswick démontrent qu'il existe différents modes d'accrétion au sein d'un même marais et

parmi les divers marais. L'accumulation de sédiments diminue en fonction de l'altitude et de l'éloignement par rapport à la limite de la zone de végétation (fig. 19). Les taux d'accumulation des sédiments de surface augmentent aussi dans la partie amont de la baie en fonction de l'apport accru de sédiments et de la plus grande amplitude des marées. Les taux d'accrétion de surface dans la partie amont sont exceptionnellement élevés. Nous avons relevé des épaisseurs dépassant 3 cm en une seule année, c'est-à-dire juste un peu au-dessus de la moyenne annuelle de 2,2 cm signalée par van Proosdij *et al.* (1999).

HALTE 4-2 : MARAIS WESTCOCK

Guide : Gail Chmura

But : Observer un paysage de marais endigués et parler de son histoire et de sa géologie.

DESCRIPTION

À partir de la halte 4-1, nous allons suivre la route 935 vers le nord et prendre le premier tournant à droite à Westcock. Nous allons prendre l'autobus jusqu'à la fin de la route asphaltée et marcher à partir de là pour rejoindre l'autobus allant vers le nord (l'autobus reviendra à la route 935, se dirigera vers le nord et prendra le tournant suivant à droite pour se rendre jusqu'au marais Westcock).

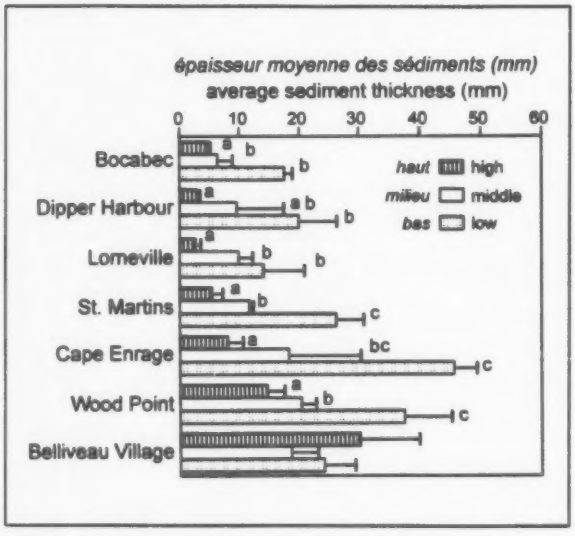


Figure 19. Accumulation de sédiments au-dessus de marqueurs d'argile dans les marais salés de la baie de Fundy (Chmura *et al.* en voie de publication).

À la droite de l'autobus, vous verrez dans le lointain des vestiges de digues (il reste encore des rangées de poteaux de bois). En marchant le long de la digue, vous verrez le bassin Cumberland à droite et des champs de foin entourés de digues à gauche. Notez la différence d'altitude entre les marais avoisinants et les zones endiguées. Au moment où l'on construisit les digues, la zone intérieure était à une altitude plus élevée que la zone extérieure. On voit que maintenant les zones endiguées sont plus basses. Cette différence de niveau est due à deux facteurs. À mesure que le niveau de la mer s'élève, l'accrétion du marais se poursuit du côté océanique de la digue, mais, en l'absence d'ouverture délibérée d'une brèche, les zones endiguées ne reçoivent plus de sédiments. De plus, le drainage et la culture des zones endiguées ont pour effet d'augmenter l'oxydation et d'accélérer la décomposition de la matière organique, ce qui entraîne l'affaissement de l'ancienne surface du marais.

Nous allons ensuite nous rendre à un grand aboiteau et nous observerons la partie exposée d'un dépôt de sédiments sur le marais.

Les terres endiguées : à l'origine[10]

Le premier établissement français dans la baie de Fundy (*La Baye Française*) date de 1605 à Port-Royal (de nos jours, Annapolis Royal), qui se trouve de l'autre côté de la baie, sur la côte actuelle de la Nouvelle-Écosse. La construction de digues autour des marais salés commence dans les années 1630. En

[10] *L'aperçu et les détails de l'établissement local résultent d'une conversation avec Dr R. Summerby-Murray, de l'Université Mount Allison, à Sackville.*

1671, les premiers habitants de l'Acadie viennent s'établir sur les rives du bassin Cumberland, où ils sont à l'abri des attaques anglaises et de la « surveillance officielle » de la part des Français qui voulaient limiter le commerce avec les habitants de la Nouvelle-Angleterre plus au sud. Les vastes étendues de marais hauts que l'on trouve en amont de la baie, particulièrement dans la région de Tantramar, convenaient bien à des travaux intensifs de d'aménagement des terres pour l'agriculture.

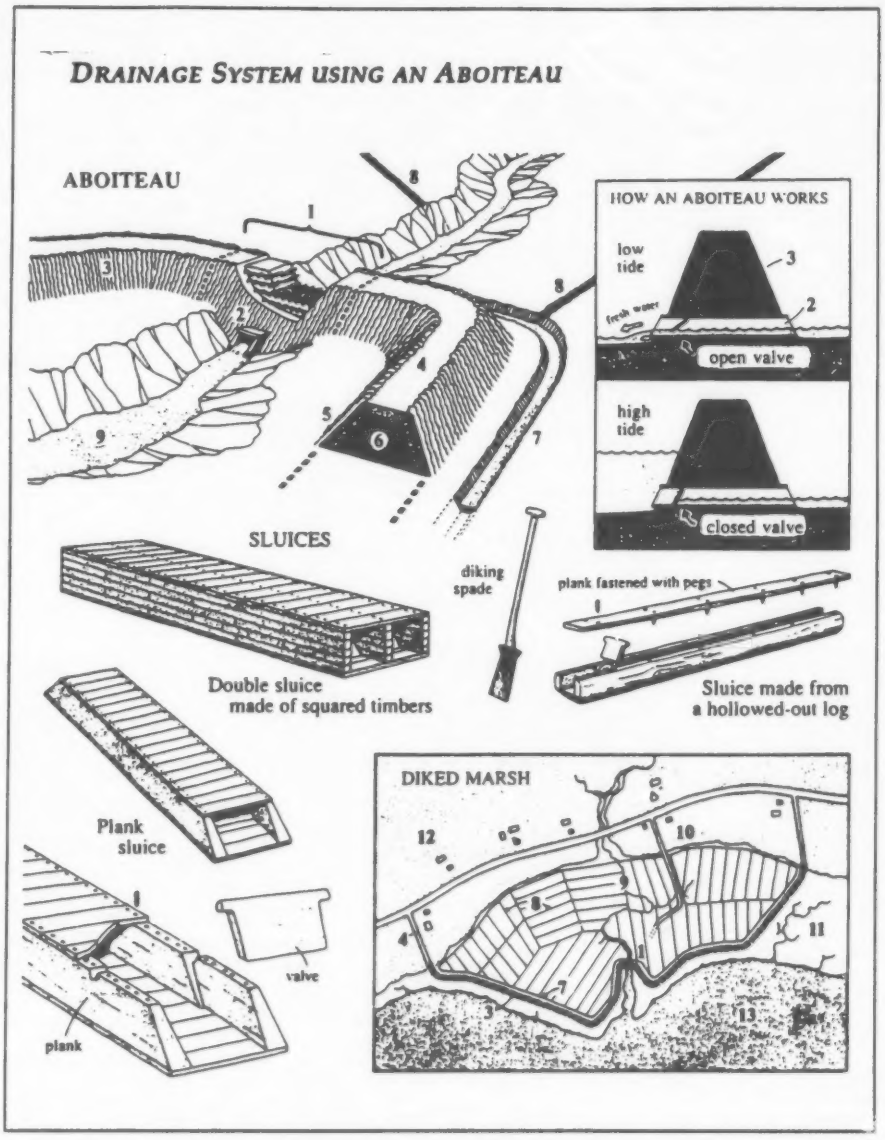


Figure 20. 1 – Aboiteau. Ce terme désigne non seulement le déversoir mais la partie de la digue qui coupe le ruisseau. Ici, la digue est renforcée par des branches de sapin étendues transversalement, déposées en alternance avec des couches de sol argileux. 2 – Déversoir. 3 – Digue. 4 – Chemin longeant le haut de la digue. 5 – Versant de la digue fait de mottes de gazon. 6 – Noyau de terre obtenu en creusant le marais. 7 – Contre-ceinture. 8 – Fossé d'égoutement. 9 – Cours d'eau. 10 – Chemin menant aux marais. 11 – Marais salé. 12 – Habitations sur les hauteurs. 13 – Rivière ou baie. (LeBlanc et LeBlanc, 1995).

On se pose des questions sur l'origine de la technologie utilisée pour aménager le marais. Au début du XVII[e] siècle, les ingénieurs hollandais introduisirent les techniques de construction de digues dans diverses régions de France. Il est possible que le gouverneur de la colonie, Charles de Menou d'Aulnay, ait connu cette technologie et l'ait introduite dans la colonie. Elle pourrait aussi avoir été adaptée par les colons qui venaient des régions côtières de France. Certains de ces colons étaient des sauniers qui savaient extraire le sel de l'eau de mer en construisant des digues et en laissant l'eau s'évaporer.

Construction de digues

On construisait des digues le long de la ligne de transition entre le marais bas et le marais haut comme on le voit sur cette carte écologique ancienne créée par Ganong en 1903 (fig. 17). Lors de la construction des digues, les colons prolongeaient parfois les canaux des marées jusqu'aux tourbières et aux lacs situés

au-dessus des marais salés. Les canaux drainaient l'eau douce de ces terres humides et laissaient s'écouler les sédiments en suspension qui venaient remplir les dépressions. La carte de Ganong montrant les marais de la région de la baie de Chignecto (fig. 17) illustre cette forme de gestion des terres humides.

La digue réunissait deux hauteurs topographiques (zone de terres hautes) et était souvent parallèle à des courants de marée importants (fig. 20). La publication *Maritime Dykelands* (ministère de l'Agriculture et de la Commercialisation de la province de la Nouvelle-Écosse, 1987) présente une description détaillée des méthodes de construction de digues :

> *« On commençait la construction pendant une période de marées de morte eau (les plus basses marées du cycle mensuel) en creusant une tranchée étroite et peu profonde au milieu du trajet prévu pour la future digue. Cette "clé" verrouillait la digue dans la boue du marais et l'empêchait de glisser. Sans la clé, l'eau salée pouvait s'infiltrer entre la nouvelle boue de la digue et la vieille boue de la surface du marais salé et séparer les deux. Une forte marée pouvait alors pousser la digue, ou une partie de celle-ci, sur plusieurs décimètres vers la terre et provoquer une rupture.*
>
> *Pour creuser dans la boue compacte et humide du marais, les Acadiens se servaient d'une pelle spéciale longue, étroite et légère. Cet outil était conçu pour pelleter des quantités raisonnables de sol lourd. Étant donné que la boue de marais conserve si bien sa forme, l'extrémité droite et plate de la pelle permettait aux travailleurs de creuser les fossés et de couper les plaques de gazon à l'aide des côtés plats.*
>
> *La seconde étape consistait à couper les plaques de gazon pour former la face escarpée de la digue. Les Acadiens créaient les faces en pente douce de leurs digues en conférant aux plaques de gazon la forme de briques (permangues) de 10 cm de largeur, en donnant au côté herbeux un angle de 30°.»*

Tandis que l'on mettait en place une rangée de plaques de gazon, on tassait derrière les plaques de la boue extraite d'un fossé parallèle à la digue. Ce travail se poursuivait jusqu'à ce que la digue atteigne la hauteur voulue, puis on plaçait des plaques de gazon sur l'autre face. On construisait aussi les digues en empilant toute la terre nécessaire et en la recouvrant de permangues. Selon leur emplacement (c'est-à-dire en fonction de la hauteur de la marée la plus haute), les digues pouvaient avoir une hauteur de 60 cm à deux mètres.

Les digues protégeaient les terres de l'inondation par les marées, mais il fallait prendre certaines mesures pour permettre le drainage des terres endiguées. On y parvenait en construisant un aboiteau, c'est-à-dire une sorte de vanne placée dans le lit d'un cours d'eau traversé par une digue. L'aboiteau était essentiellement un petit tunnel en bois comportant à l'intérieur une porte à charnières. La porte s'ouvrait pour laisser passer l'eau douce vers l'extérieur, mais se fermait lorsque l'eau de la marée venait la pousser. Ce tunnel, ou cette vanne, était placé dans le lit d'un ruisseau et recouvert de branches d'épinette et de boue de marais compactée jusqu'à ce que le dessus du tunnel soit au même niveau que le haut de la digue. Les aboiteaux devinrent si importants en matière de construction de digues que les colons en vinrent à appeler leur système de bonification « les aboiteux ». On continua à construire les digues de cette manière, mais en remplaçant les tunnels par des troncs d'arbres creux jusqu'à la dernière partie du XVII^{e} siècle, au moment où les scieries commencèrent à équarrir les troncs d'arbres, ce qui permit de construire des tunnels d'écoulement de plus grandes dimensions.

Pour améliorer le drainage des terres endiguées, on creusait un réseau de fossés parallèles à environ 20 m les uns des autres. On appelait « vallon » la zone comprise entre les fossés. Les digues et les vallons sont les principaux éléments des terres endiguées actuelles. On peut voir un certain nombre de fossés de drainage parallèles dans les terres endiguées du marais Westcock.

Les terres endiguées étaient naturellement fertiles. Elles ne nécessitaient aucun engrais et contenaient très peu de pierres. En conséquence, les Acadiens n'utilisaient presque pas les hautes terres pour l'agriculture qu'ils se contentaient d'exploiter pour le bois ou la chasse. Bezanson écrit à ce sujet (1996) :

« Les terres endiguées appartenaient souvent à plusieurs personnes qui partageaient aussi bien le travail que la récolte. C'était une saine adaptation à un nouveau milieu, car elle permettait de mieux répartir les ressources et de partager les risques de mauvaises récoltes ou de pertes dues à la rupture des digues ou aux raids des gens de la Nouvelle-Angleterre. Cette pratique permettait aussi de mettre périodiquement certains lots de terrain hors production pour leur rendre leur fertilité en créant une brèche dans la digue et en laissant les marées déposer la boue fertile de Fundy sur les champs. Cette inondation était forcément suivie de plusieurs années d'improductivité pour permettre le lessivage du sol afin d'en éliminer le sel. »

Les terres endiguées postacadiennes

Les Acadiens essayèrent de demeurer neutres pendant que les Français et les Anglais se disputaient la possession du Canada. Après la conquête par les Anglais, l'agriculture acadienne devint essentielle au ravitaillement des troupes anglaises. Néanmoins, les Acadiens refusèrent de prêter le serment d'allégeance à la couronne anglaise qu'on exigeait d'eux, ce qui entraîna leur expulsion de la région de Fundy à partir de 1755.

Suite à la déportation des Acadiens, les digues commencèrent à se détériorer, car les colons qui les remplacèrent immédiatement étaient moins intéressés par l'agriculture sur des terres endiguées. Dans la région de Trantamar, on donnait à ces nouveaux colons venant de la Nouvelle-Angleterre le nom de « planters » (un vieux mot anglais désignant les colons). Les nouveaux venus possédaient des villages en commun et se répartissaient les terres qui comprenaient des lots de forêt, de terres hautes et de marais. Ils considéraient d'abord les marais comme une source de foin (*Spartina patens*) pour le bétail.

Les « planters » furent bientôt suivis par les colons du Yorkshire qui connaissaient bien l'agriculture sur les terres humides qu'ils avaient pratiquée en Angleterre. Cette forme d'agriculture revint donc à la mode et les digues furent restaurées.

La valeur économique de l'agriculture sur les terres endiguées atteignit probablement un sommet au début du XX^{e} siècle. Ces terres continuaient en effet à produire de grandes quantités de foin qui servait non seulement à nourrir le bétail, mais qui était aussi vendu comme fourrage pour les animaux de trait dans les mines de charbon et les camps de bûcherons, et même pour les chevaux de la ville de Boston. Toutefois, lorsque, à la suite de la Première Guerre mondiale, les transports commencèrent à se mécaniser, le prix du foin et sa valeur économique s'effondrèrent. La dépression des années 1930 ne fit qu'empirer la situation. On abandonna les terres, les digues ne furent plus entretenues et finirent par se rompre.

En 1948, on promulgua la Loi sur l'utilisation des terrains marécageux des provinces Maritimes afin d'aider à entretenir et à aménager les terres endiguées grâce à des ententes de partage des coûts. Selon ces ententes, les dépenses sont divisées également entre le gouvernement fédéral, les gouvernements provinciaux et les propriétaires des terrains. Le recours à des méthodes de construction modernes faisant appel à des engins lourds permit de construire des digues plus importantes et plus résistantes. Au total, la loi en question permit de protéger plus de 32 800 ha de terrain au coût moyen de 640 $ l'hectare. En dépit de ces initiatives, l'agriculture continua à décliner sur les terres endiguées. Parmi les problèmes que durent résoudre les exploitants, citons le coût élevé des machines spéciales nécessaires au travail sur de petites parcelles de terrain et sur des sols mous ainsi que la dispersion des propriétés. Le recensement de 1996 a montré que, dans la région de Sackville, les terres endiguées servaient principalement à la culture du foin et de pâturages, mais que les rendements et la qualité des récoltes étaient inférieures à celles des hautes terres.

Le niveau de la mer continue à s'élever dans la baie de Fundy, ce qui constitue une menace pour les terres endiguées. Il sera probablement nécessaire de rehausser certaines digues, mais il semble qu'aucune étude approfondie n'ait été entreprise à ce sujet. On parle beaucoup du coût-efficacité de l'entretien des digues par rapport au rendement sur le plan agricole. Est-ce que la valeur des terres agricoles contrebalance positivement le coût de l'entretien des digues? Bien que, dans la région de Westcock, les terres servent surtout à produire du foin, les marais endigués d'autres régions servent plutôt de terres labourables et même

de gazonnières. Il se peut que la valeur de ces terres modifie le rapport coût-bénéfice. Dans certaines régions, il est évident qu'il est nécessaire d'entretenir les digues. C'est le cas, par exemple, des régions où se trouvent des infrastructures vitales telles que la Transcanadienne et les tours de communication.

HALTE 4-3 : PARC DE LA SAUVAGINE DE SACKVILLE

Guide : Lee Swanson

But : Visite guidée d'un parc aménagé pour la sauvagine et pause repas.

DESCRIPTION

Le parc de la sauvagine de Sackville ne mesure que 21 ha, mais il renferme une grande variété de sauvagines que l'on peut observer de très près. Le parc abrite aussi le bureau régional du Service canadien de la faune relevant d'Environnement Canada. Nous allons explorer le parc en parcourant plus de trois kilomètres de sentiers et de promenades et en traversant des peuplements d'arbres, des aulnaies, des étendues de petit mil et des plans d'eau découverts. Ces derniers comprennent diverses espèces végétales : riz sauvage, herbe à brochets, sagittaire, pétasite sagittée, rubanier à gros fruits, petit mil à larges feuilles et petit mil à feuilles étroites. On trouve aussi les plantes suivantes : belle-angélique (*Hierchloe odorata*), vergerette du Canada (*Epilobium angustifolium*), prêle (*Equisetum arvense*), onoclée sensible (*Onoclea sensibilis*), osmonde cannelle (*Osmunda cinnamomea*), osmonde de Clayton (*Osmunda claytonia*), pigamon (*Thalictrum polygamum*), iris versicolore (*Iris versicolor*) et foin bleu (*Calamagrostis canadensis*).

On a signalé la présence dans le parc de 160 espèces d'oiseaux, dont 26 se reproduisent sur place (Ellingwood, 1992). La sauvagine, les oiseux de marais et les oiseaux de rivage forment les espèces prédominantes. On peut observer facilement la plupart des espèces en parcourant le parc. Les espèces suivantes se reproduisent sur place : grêbe à bec bigarré, butor d'Amérique, sarcelle à ailes vertes, canard malard, sarcelle à ailes bleues, canard souchet, canard chipeau, canard siffleur d'Amérique, morillon à collier, râle de caroline, foulque d'Amérique, pluvier kildir, bécassine des marais, moucherolle des aulnes, tyran tritri, hirondelle noire, hirondelle bicolore, mésange à tête noire, merle d'Amérique, étourneau sansonnet, paruline jaune, paruline masquée, bruant chanteur, bruant des marais, carouge à épaulettes, quiscale bronzé et chardonneret jaune. Parmi les visiteurs de l'été et de l'automne, citons les espèces suivantes : grand et petit morillons, canard roux, bec-scie à poitrine rousse, canard branchu, maubèche semi-palmée, grand et petit chevaliers, bécassine de mer, bécasseau variable et phalarope de Wilson.

Remerciements

Gilles Godin, Matthew Hatvany, Michel Savard, Maureen Toner, François Quinty, Nathalie Kinnard, Line Rochefort, Jean-Yves Daigle, Al Hanson et Caroline Roussel. Nous remercions tout spécialement Phil Evans qui a dessiné toutes les figures et les cartes.

Références bibliographiques

Beach, H. (éditeur), 1988. The resources of Kouchibouguac National Park : resource description and analysis. Kouchibouguac National Park, Environnement Canada – Parcs.

Bertness, M.D., 1999. Chapitre 7 : Salt marsh communities, pp. 313-376 *In* The ecology of American shorelines. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts.

Bezanson, N., 1996. Background report: an historical geography of Tantramar's heritage landscapes. Direction du patrimoine, ministère des Municipalités, de la Culture et de l'Habitation et Tantramar District Planning Commission, Sackville (Nouveau-Brunswick).

Chmura, G.L., Chase, P. et Bercovitch, J., 1997. Climatic controls on the middle marsh zone in Fundy salt marshes. Estuaries 20(4):689-699.

Chmura, G.L., Coffey, A. and Crago, R. *in press*. Variation in surface sediment deposition on salt marshes in the Bay of Fundy. Journal of Coastal Research.

Christiansen, C. et P.F. Miller, 1983. Spartina in Mariager Fjord, Denmark: the effect on sediment parameters. Earth Surface Processes and Landforms 8:55-62.

Connor R., 1995. A carbon budget for a Bay of Fundy salt marsh. Mémoire de maîtrise, Université McGill.

Environnement Canada, 1993. Normales climatiques au Canada, 1961-1990. Provinces de l'Atlantique. Service de l'environnement atmosphérique. Ottawa (Ontario).

Ganong, W.F., 1903. The vegetation of the Bay of Fundy salt and dyked marshes: an ecological study. Botanical Gazette 36:161-186, 280-302, 349-367, 429-455.

Ganong, W.F., 1998. On semi-fossil Walrus bones from Miscou and elsewhere in New Brunswick. Bulletin de la Natural History Society of New Brunswick. Bulletin 5:24, pp. 462-465.

Gaudet, A. Que signifient les noms indiens de ces villes et villages des provinces Maritimes. Les Éditions La Grande Marée, Tracadie-Sheila, 1995. 82 p, 1998.

Gauthier, J., Lehoux, D. and Rosa, J., 1980. Les marécages intertidaux *In* l'estuaire du Saint-Laurent. Environnement Canada: Service Canadien de la faune (février).

Gordon, D.C., Jr. et Desplanque, C., 1983. Dynamics and environmental effects of ice in the Cumberland Basin of the Bay of Fundy. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 40:1331-1342.

Gordon, D.C., Jr., Cranford, P.J. et Desplanque, C., 1985. Observations on the ecological importance of salt marshes in the Cumberland Basin, a macrotidal estuary in the Bay of Fundy ». Estuarine, Coastal and Shelf Science 20:205-227.

Grant, D.R., 1970. Recent coastal submergence of the Maritime Provinces, Canada ». Canadian Journal of Earth Sciences, vol. 7, n° 2, pp. 676-689.

Groupe de travail national sur les terres humides, 1988. Terres humides du Canada. Série de la classification écologique du territoire, n° 24. Direction du Dévelppement durable, Service canadien de la faune, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) et Polyscience Publications Inc., Montréal (Québec), 452 p.

Groupe de travail sur la classification écologique du territoire. En préparation. Our Landscape Heritage: Ecological Land Classification in New Brunswick [CD-ROM]. ISBN: 1-55236-220-5. Fredericton, (Nouveau-Brunswick). Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick.

Hatvany, M., 1997. Un paysage agraire original : Les aboiteaux de Kamouraska. *In* Courville, ed., Atlas historique du Québec : Le territoire, Les presses de l'Université Laval, Ste-Foy (Québec), pp. 64-65.

Keys, D. et Henderson, R.E., 1987. An investigation of the peat resources of New Brunswick. Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie du Nouveau-Brunswick, Division des minéraux et de l'énergie, dossier public 83-10, 228 p.

Korpijaakko, M.L., 1976. On the geobotanical and paleontologic development of muskeg in New Brunswick. Mémoire de doctorat non publié, Université du Nouveau-Brunswick, Fredericton (Nouveau-Brunswick), 154 p.

Kranck, K., 1972. Geomorphological development and post-Pleistocene sea level changes, Northumberland Strait, Maritime Provinces. Canadian Journal of Earth Sciences, vol. 9, pp. 835-844.

LeBlanc, B.V. et LeBlanc, R.-G., 1985. Traditional material culture in Acadia ». pp. 577-624 *In* Daigle, J. (éd.). L'Acadie des Maritimes: études thématiques des débuts à nos jours. Université de Moncton, Moncton (Nouveau-Brunswick).

Loucks, O.L., 1962. A forest classification for the Maritime provinces. Compte rendu du Nova Scotian Institute of Science, 25 : 86-167.

Mendelssohn, I.A., K.L. McKee et M.T. Postek, 1982. Sublethal stresses controlling Spartina alterniflora productivity. Pages 223-242. *In* Gopal, B., R.E. Turner, R.G.

Mendelssohn, I.A., K.L. McKee et W.H. Patrick, Jr., 1981. Oxygen deficiency in Spartina alterniflora roots: metabolic adaptation to anoxia. Science 214:439-441.

Michaud, L., 1985. Étude spatiale et écologique des types stratigraphiques de tourbières au Nouveau-Brunswick. Mémoire de maîtrise non publié, Université d'Ottawa, Ottawa (Ontario).

Nixon, S.W., 1982. The ecology of New England high salt marshes: a community profile. Biological Report 81(55). U.S. Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.

Ollerhead, J. et Davidson-Arnott, R.G.D., 1994. Bouctouche Spit, New Brunswick, Canada. *In* Canadian Landform Examples. The Canadian Geographer, 39:3, pp. 274-282.

Ollerhead, J. et Davidson-Arnott, R.G.D., 1994. The evolution of Buctouche Spit, New Brunswick, Canada. Marine Geology 124, pp. 215-236.

Ollerhead, J., Huntley, D.J. et Berger, G.W., 1994. Luminescence dating of sediments from Buctouche Spit, New Brunswick. Canadian Journal of Earth Sciences, 31, pp. 523-531.

Pajunen, H., 1981. Turvetormia Kanadan Itarannikolla (Peat cliffs on the eastern coast of Canada). Terra, vol. 93, n° 3, pp. 91-97.

Phillips, D., 1990. Les climats du Canada. Approvisionnements et Services Canada, Ottawa. N° de catalogue En56-1/1990F, 176 p.

Pielou, E.C. et Routledge, R.D., 1976. Salt marsh vegetation: latitudinal gradients in the zonation patterns. Oecologia (Berlin) 24:311-321.

Prest, V., 1973. Dépôts superficiels de l'Île-du-Prince-Édouard. Commission géologique du Canada, carte 1366A.

Province of Nova Scotia Department of Agriculture and Marketing, 1987. Maritime Dykelands.

Rampton, V.N., Gauthier, R.C., Thibault, J. et Seaman, A.A., 1984. Quaternary Geology of New Brunswick. Commission géologique du Canada, mémoire 416, 77 p.

Robert, É., 1997. Régénération spontanée de deux tourbières ombrotrophes anciennement exploitées. Mémoire de maîtrise, Université Laval, Département de phytologie, 83 p.

Robichaud, D., 1989. De Moscou à Miscou. La Revue d'histoire de la Société historique Nicolas-Denys. 17:2, pp. 47-74.

Scott, D.B. et Greenberg, D.A., 1983. Relative sea-level rise and tidal development in the Fundy tidal system. Canadian Journal of Earth Sciences 20:1554-1564.

Scott, D.B., Boyd, R. et Medioli, F.S., 1987. Relative sea-level changes in Atlantic Canada: observed level and sedimentological changes vs. theoretical models, *In* Sea-level fluctuation and coastal evolution, Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, publication spéciale n° 41, pp. 87-96.

Seaman, A.A., Broster, B.E., Cwynar, L.C., Lamothe, M., Miller, R.F. et Thibault, J.J., 1993. Field guide to the Quaternary geology of southwestern New Brunswick. Ministère des Ressources naturelles et de l'Énergie, Division des minéraux et de l'énergie, dossier public 93-1, 102 p.

Shenker, J.M. et J.M. Dean, 1979. The utilization of an intertidal saltmarsh creek by larval and juvenile fishes: abundance, diversity and temporal variation. Estuaries 2(3):154-163.

Teal, J., 1985. The ecology of New England low marsh habitats: a community profile. U.S. Fish and Wildlife Service.

Thibault, J., 1978. Physical parameter distribution patterns in bottom sediments of the Buctouche Bay complex. Maritime Sediments 14:3, pp. 95-102.

Van Proosdij, D., Ollerhead, J. Davidson-Arnott, R. et Schostak, L., 1999. Allen Creek marsh, Bay of Fundy: a macro-tidal coastal salt marsh. The Canadian Geographer, vol. 43, n° 3, pp. 316-323.

Warner, B.G., Tolonen, K. et Tolonen, M. A, 1991. Postglacial history of vegetation and bog formation at Point Escuminac, New Brunswick. Canadian Journal of Earth Sciences, vol. 28, pp. 1572-1582.